Der Einfluß äußerer Faktoren auf Gloeothece rupestris (Lyngb.) Born.

von

Jos. Brunnthaler.

(Mit 3 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 29. April 1909.)

Die im Folgenden beschriebenen Versuche wurden in der Zeit vom Frühjahr 1906 bis Ende 1907 in der Biologischen Versuchsanstalt in Wien (k. k. Prater) durchgeführt. Sie bilden einen Teil der Untersuchungen, welche auf Grund einer Subvention des hohen k. k. Ackerbauministeriums über die biologischen Verhältnisse der Süßwässer Österreichs vorgenommen wurden. Den unmittelbaren Anlaß gaben Vorarbeiten zu einer synoptischen Bearbeitung der Schizophyten- und Algenflora Europas. Die nähere Beschäftigung mit den Chroococcaceengattungen führte zur Überzeugung, daß kaum alle bisher unterschiedenen Formen Berechtigung zur Existenz besitzen, daß vielmehr durch äußere Einflüsse hervorgerufene morphologische Formänderungen häufig die Beschreiber neuer Arten irregeführt haben. Um die Variabilitätsgrenze einer in den Kreis der Chroococcaceen gehörigen Form kennen zu lernen, wurden die Versuche angestellt; sie sind daher in erster Linie als Untersuchungen der Anpassungsfähigkeit an äußere Bedingungen gedacht und in diesem Sinne durchgeführt.

Die Fragen, welche zu beantworten waren, sind in Kürze folgende:

Es sollte erstens der Einfluß des Lichtes, respektive der Dunkelheit, unter sonst gleichen Verhältnissen, auf die Ausbildung der Gallerthülle und Membranen festgestellt werden. Zweitens war festzustellen, ob und welche Veränderungen

Wärme hervorruft. Der Einfluß des Mediums ist ebenfalls von Wichtigkeit. Es wurden daher Kulturen in Nährflüssigkeit sowie auf Agar und Gipsplatten gemacht. Der Einfluß verschiedener Ernährungsweisen wurde durch Anstellung von zwei Versuchsreihen ermittelt, von welchen die eine lediglich anorganische, die andere nur organische Verbindungen enthält. Außer der Frage nach dem Wachstum überhaupt, war der Einfluß dieser Versuche auf die Ausbildung der Gallerthülle und Membranbildung, sowie auf den Zellinhalt zu prüfen. Es wurde hierdurch die Frage nach den Ernährungsbedingungen der Schizophyceen aufgerollt.

Die definitive Lösung aller dieser Fragen war naturgemäß nicht erreichbar. Aus praktischen Gründen konnte nur eine beschränkte Anzahl von Versuchen aufgestellt werden. Die Gesamtzahl derselben beträgt 111.

Es ist bisher nicht gelungen, eine Schizophycee absolut rein, d. h. bakterienfrei zu kultivieren. Auch bei den vorliegenden Versuchen konnte dieses Ziel nicht erreicht werden. Das Auftreten von Bakterien in mehr oder weniger großer Zahl war insbesondere bei längerer Dauer der Versuche nicht zu vermeiden, ebenso von *Stichococcus bacillaris*. Es sei hier darauf hingewiesen, daß wohl bei den meisten ernährungsphysiologischen Versuchen, welche mit Phanerogamen angestellt wurden, ebenfalls bakterienfreie Kulturen nicht vorlagen. Die vorliegenden Versuche sind daher wohl für die Lösung der Frage nach der Ernährungsphysiologie der Schizophyceen nicht brauchbar, zeigen jedoch auch in dieser Hinsicht bemerkenswerte Resultate, welche nicht ignoriert werden können. Die bakterienfreien Kulturen der Schizophyceen, welche wohl noch hergestellt werden dürften, werden erst eine Lösung dieser Fragen geben, besonders wichtige Resultate aber dürfen wir von Kulturen erwarten, welche mit Schizophyceen im Verein mit bestimmten Bakterienformen angestellt werden. Es sei hier nur auf *Azotobacter* hingewiesen, worüber noch wenig bekannt ist (vgl. H. Fischer, Zentralbl. f. Bakter. etc., II, XII, 1904). Die bearbeitete Form kommt, wie die meisten Schizophyceen, immer vergesellschaftet und besonders mit vielen Bakterien behaftet vor; letztere dürften

für die Ernährung als Aufspalter und Verarbeiter der vorhandenen Verbindungen gewiß von großer Bedeutung sein.

Es existieren meines Wissens keine größeren Versuchsreihen über eine Schizophycee; es wird daher im Laufe der Bearbeitung auf die Resultate, welche an anderen Organismen, speziell an Chlorophyceen, gewonnen wurden, hingewiesen werden, wenn dieselben auch einem anderen Verwandtschaftskreis angehören.

Die als Versuchsobjekt verwendete Form ist *Gloeothece rupestris* (Lyngb.) Born.

Dieselbe kommt in der Varietät *tepidariorum* sehr häufig in Warmhäusern vor. Die Stammart bewohnt Felsen und Erde im Hügel- und Bergland. Das Material wurde seinerzeit im Freien gesammelt und in der Biologischen Versuchsanstalt weiter kultiviert.

Im nächsten Abschnitte soll die systematische Stellung und die Morphologie erörtert werden, worauf die Resultate der einzelnen Versuche in Tabellenform folgen. Die Besprechung der Resultate schließt sich an.

Für die Versuche mit Nährflüssigkeiten wurden Eprouvetten verwendet, welche mit Wattepfropf verschlossen waren. Gleiche Adjustierung erhielten die Versuche auf Agar. Die Kulturen auf Gipsplatten wurden in Petrischalen aufgestellt, die hierzu nötigen Gipsplatten selbst hergestellt. Dieselben hatten eine Dicke von zirka 3 *mm*, einen Durchmesser von 5 bis 6 *cm*. Die Platten wurden vor der Verwendung gut gewaschen, um die löslichen Verbindungen zu entfernen. Die Nährflüssigkeit wurde in die Petrischale gegossen und die Gipsplatte eingesetzt. Alle Versuche wurden sterilisiert angesetzt.

Von allen Versuchen wurden in der Regel drei gleiche angestellt, um eine Kontrolle zu erhalten. Im Falle des Mißlingens von zwei Exemplaren wurde der Versuch erneuert. Bei längerer Dauer der Versuche stellten sich, insbesondere bei den organischen Verbindungen, Pilze ein, welche sehr störend wirkten und zu öfterem Erneuern des Versuches zwangen. Bei einigen Versuchen, besonders Versuchen Nr. 13 bis 16, ergaben sich Fällungserscheinungen. Die Dauer der Versuche betrug im allgemeinen bis zur Erreichung von

vergleichbaren Resultaten zwei Monate. Die anorganischen Verbindungen im Licht ergaben bereits nach vier Wochen gutes Wachstum. Der Vergleich der Resultate wurde an zwei Monate alten Kulturen vorgenommen.

1. Systematik und Morphologie.

Die vorliegende Form gehört der Gruppe der *Chroococcaceae* an und wird von den verschiedenen Autoren nicht gleich bezeichnet. Forti in: De Toni, Syll. Algar., vol. V, p. 63, unterscheidet:

Gloeothece rupestris (Lyngb.) Bornet
(Syn.: *Gl. cystifera* Rab.,
Gl. devia Naeg.,
Coccochloris cystifera Hassall,
Palmella rupestris Lyngb.,
Palmogloea rupestris Kuetz.);

hierzu als Varietäten:

var. *cavernarum* Hansgirg,
var. *tepidariorum* (A. Br.) Hansg.
(Syn.: *Gl. tepidariorum* A. Br.,
Gl. decipiens A. Br.),
var. *maxima* West (kommt für vorliegende Arbeit nicht in Betracht).

Lemmermann hat in dem von ihm bearbeiteten Teile der Kryptogamenflora der Mark Brandenburg, Algen, p. 49, folgende Unterscheidung gemacht:

Gloeothece palea (Kütz) Rab.
(Syn.: *Gl. palea* Kütz,
Gl. devia Naeg.,
Gl. cystifera (Hass.) Rab.);

hierzu als Varietät:

var. *cavernarum* (Hansg.) Lemmerm.
(Syn.: *Gl. rupestris* var. *cavernarum* Hansg.).

Ferner unterscheidet er als eigene Art:

Gloeothece tepidariorum (A. Br.) Lagerh.
(Syn.: *Gl. tepidariorum* A. Br.,
Gl. decipiens A. Br.,
Gl. rupestris (Lyngb.) Born.).

Die Anerkennung dieser Form als selbständige Art rührt bereits von Lagerheim (Öfv. Kgl. Sv. Vet.-Akad. Förh., 1883) her.

Hansgirg (Prod. Algenflora v. Böhmen, II, p. 135) hat die für uns in Betracht kommenden Formen folgendermaßen gegliedert:

Gloeothece rupestris (Lyngb.) Born.
(Syn.: *Palmella rupestris* Lyngb. exp.,
Gl. cystifera (Hassall) Rab.,
Gl. devia Naeg.)

mit zwei Varietäten:

var. *cavernarum* Hansgirg,
var. *tepidariorum* (A. Br.) Hansg.
(Syn.: *Gl. tepidariorum* (A. Br.) Lagerh.,
Gl. decipiens (A. Br.) Rich.).

Kirchner (Algen Schlesiens, p. 251) führt nur *Gloeothece cystifera* Rab. von zu vergleichenden Arten auf.

Nach Vergleich der von den Autoren angeführten Diagnosen glaube ich der von Forti angewendeten Nomenklatur den Vorzug geben zu müssen. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die var. *tepidariorum* eine erst entstandene Anpassungsform und die *Gloeothece rupestris,* welche im Freien vorkommt, als Stammform anzusehen ist. Die Abtrennung der var. *tepidariorum* als eigene Art ist daher nicht angängig. Das Hineinziehen von *Gl. palea,* welche auch kleiner ist, in diesen Formenkreis halte ich nicht für berechtigt. Der Vergleich von Exsikkaten der in Betracht kommenden Formen ergibt eine Stütze für die oben geäußerte Auffassung.

Für *Gl. rupestris* werden als Maße angegeben:

Zellen ohne Hüllen....	4·5 bis	5·5 μ
Zellen mit Hüllen.....	8 bis	12 μ,

$1^1/_2$ bis dreimal so lang als breit, zu zwei bis vier, selten acht in Familien (25 bis 45 μ breit). Zellinhalt blaugrün. Hülle farblos, selten schwach gelbbraun.

Auf Felsen, nasser Erde etc.

Die var. *cavernarum* unterscheidet sich nur durch fast vollständig farblosen Zellinhalt. In Grotten und ähnlichen Orten.

Var. *tepidariorum*:

Zellen ohne Hüllen...	4 bis	6 μ breit,
Zellen mit Hüllen.....	5 bis	7 μ breit,
	5 bis	16 μ lang,

zu ein bis zwei, selten in größeren Familien (21 bis 40 : 30 bis 50 μ). Inhalt blaugrün, schwach gekörnt. Hüllen farblos, nicht geschichtet.

Lager schmutziggrün, schleimig.

In Warmhäusern.

Es dürfte nötig sein, hier auch noch einige Bemerkungen über die morphologischen Verhältnisse anzufügen. Nachdem dieselben bei *Gloeocapsa* und *Gloeothece* sehr ähnlich sind, empfiehlt es sich, die Arbeit Brand's (Bot. Zentralbl., 83, 1900) zum Vergleich heranzuziehen. Dieser Autor unterscheidet bei *Gloeocapsa alpina* folgende Teile: 1. die Zelle mit einer fast unsichtbaren, sehr dünnen Zellmembran; 2. die Gallerte und 3. die Cuticula. Letzterer Terminus dürfte sich nicht empfehlen, da mit demselben bereits eine bestimmte Vorstellung verbunden wird. Nachdem dieser Teil der Pflanze jedenfalls der Gallerte zugerechnet werden muß, da er von ihr gebildet wird, bezeichne ich ihn als Hüllmembran oder Gallertmembran, um die hautartige Beschaffenheit damit anzudeuten. Man bezeichnet ziemlich allgemein die Gallerte inklusive dieser hautartigen Schicht als Hüllen oder Hüllgallerte. Ich würde diesen letzteren Ausdruck unbedingt vorziehen, wenn nur der unter der Hüllmembran liegende Teil darunter verstanden sein soll.

Es ergibt sich daher folgende Terminologie:

1. die Zelle mit der Zellhaut,
2. die Hüllgallerte oder Gallerthülle,
3. die Hüllmembran oder Gallertmembran.

Brand sieht in der Hülle der *Gloeocapsa* ein Analogon zur Scheide der fadenförmigen Schizophyceen. Lemaire (1901) stellte fest, daß die schleimige »Scheide« mehrerer *Coccogeneae* (*Gloeocapsa* und andere) aus Pektinstoffen besteht.

Als Familie bezeichne ich die von einer gemeinsamen Hüllmembran umschlossenen Individuen; mehrere wieder mit einer gemeinsamen Hüllmembran umgebenen Familien nenne ich Kolonien. Sind Einzelindividuen, Familien oder Kolonien miteinander verklebt, so bilden sie Aggregate. Diese Terminologie weicht etwas von der Brand'schen ab, erscheint mir jedoch praktischer.

Die morphologischen Verhältnisse der *Gloeocapsa*- und *Gloeothece*-Arten sind in vieler Hinsicht gleich gestaltet, der Hauptunterschied soll in der Form der Zellen liegen.

Die Form der Zellen ist nicht konstant, wie aus den Abbildungen hervorgeht. Die in dieser Arbeit angegebenen Maße beziehen sich sämtlich auf die Breitendurchmesser der Zellen; die Länge schwankt nach Angabe der Autoren zwischen dem Einfachen bis Dreifachen der Breite. In den vorliegenden Versuchen konnte dies jedoch nicht bestätigt werden, da die Länge höchstens das Doppelte des Querdurchmessers betrug.

Die Autoren geben als Gattungscharakter zwei Hauptmerkmale an:

1. Sollen bei *Gloeothece* die Zellen länglich sein gegenüber den stets kugeligen Zellen von *Gloeocapsa*;

2. soll bei *Gloeothece* die Teilung nur in zwei Richtungen des Raumes vor sich gehen, während bei *Gloeocapsa* die Teilung nach allen drei Richtungen stattfindet.

Die zweite Behauptung ist ganz unrichtig. Bei beiden Gattungen findet die Teilung nach allen drei Richtungen des Raumes statt. Jede gegenteilige Angabe beruht auf irrtümlicher

Beobachtung. Man kann sich in größeren Aggregaten der *Gloeothece* jederzeit überzeugen, daß derselbe Teilungsmodus wie bei *Gloeocapsa* vorliegt. Was nun die Abgrenzung der beiden Gattungen *Gloeothece* und *Gloeocapsa* auf Grund der Form der Zellen, ob dieselben kugelig oder länglich sind, betrifft, so hat die vorliegende Untersuchung ergeben, daß dieses Merkmal sehr häufig im Stiche läßt. Bei einer großen Anzahl von Versuchen war die Feststellung, ob kugelige oder längliche Zellen vorliegen, sehr schwer, wenn in Betracht gezogen wird, daß bei zweifellosen *Gloeocapsa*-Arten vor der Teilung ebenfalls längliche Zellen in größerer Menge vorhanden sind. Bei zweifellosen *Gloeocapsa*-Arten fällt die Entscheidung, ob die Normalform der Zellen kugelig oder länglich ist, nicht schwer, bei *Gloeothece rupestris* und ihren Varietäten ist diese Entscheidung jedoch häufig kaum mit Sicherheit vorzunehmen. Es wird sich wohl aus praktischen Gründen empfehlen, die beiden Gattungen *Gloeothece* und *Gloeocapsa* aufrecht zu erhalten, um nicht zu große Gattungen zu erhalten. Übergänge sind jedenfalls vorhanden.

Die wichtigste in Vergleich zu ziehende Arbeit für die Beurteilung der Veränderungen, welche *Gloeothece rupestris* in den vorliegenden Versuchen erlitten hat, ist unbedingt die schon erwähnte Arbeit von Brand: Der Formenkreis von *Gloeocapsa alpina* Naeg. (Bot. Zentralbl., 83, 1900). Verfasser hat in lang andauernden Versuchen und Beobachtungen im Freien am natürlichen Standorte der *Gloeocapsa alpina* die verschiedenen Wuchsformen und Zustände derselben genau studiert und kommt zu folgenden Ergebnissen.

Er unterscheidet bei der einfachen Pflanze:

1. einen Status pallidus, welcher farblose Gallerthüllen zeigt;

2. einen Status coloratus, bei welchem die Gallerthüllen von hell blauviolett bis schwärzlich schieferblau wechseln, manchmal rotviolett bis rot werden;

3. einen Status siccus, bei welchem die Gallerthülle einen geringen Durchmesser zeigt, dabei gefärbt ist; dieser Zustand wird einerseits durch Kontraktion der Gallerte,

andrerseits durch Wachstum an trockenen Standorten hervorgerufen und stellt einen Dauerzustand dar.

Bei der Familienbildung treten außer den bereits angeführten Zuständen noch:

4. der Status solutus hinzu, welcher jedoch auch bei der einfachen Pflanze nicht fehlt, jedoch häufiger bei Familien ist. Der Status solutus besorgt in erster Linie die Auflösung der Familien durch Verschleimung der Membranen, sowohl dann, wenn die Familien eine gewisse, nicht mehr überschreitbare Größe erreicht haben als auch, wenn die Familien in Wasser kultiviert werden. Färbige Gallerthüllen entfärben sich hierbei. Die Wasserkultur befördert auch die Zellteilung und damit das Kleinerwerden der Zellen.

Schließlich werden:

5. als Status perdurans die als »Sporen« beschriebenen Zustände von *Gloeocapsa alpina* ausführlich beschrieben.

Die angestellten Versuche ergaben die Richtigkeit der Brand'schen Auffassung in der Mehrzahl der Fälle. Sie erweiterten aber die Kenntnis der Ursachen der verschiedenen Zustände durch Analysierung der verschiedenen einwirkenden Faktoren. Bei Besprechung der einzelnen Faktoren soll weiter darauf eingegangen werden.

2. Versuchsprotokoll.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
1	1/2% Molisch-Nährlösung[1]	Sehr zahlreiche, winzige Klümpchen, Stichococcus ziemlich viel. Zellen 4·5 bis 6·5 μ, lebhaft blaugrün, fast chlorophyllgrün. Familien sehr verschieden groß, 19 bis 50 μ, dicht aneinander geklebt. Taf. III, Fig. 18.	Wachstum sehr schlecht. Wenige Kolonien auffindbar. Nur Impfmaterial.
2	1/2% kalkfreie Nährlösung	Wachstum ziemlich schwach, Stichococcus am Boden, Gallerte einen blaugrünen Belag am Rande der Nährflüssigkeit bildend. Zellen 4·5 bis 7 μ, zu zwei bis acht in Familien vereinigt. Kolonien bis 30 μ. Inhalt gelblichgrün bis fast chlorophyllgrün. Hüllen der einzelnen Zellen sehr stark und geschichtet. Aussehen wie Fig. 18.	Wachstum schwach. Impfexemplare.
3	Magnesiumfreie Nährlösung	Wachstum schlecht. Stichococcus eine Bodenschicht bildend, in welcher einzelne Flöckchen Gallerte vorkommen. Zellen 4·5 bis 7 μ, Familien zwei- bis vierzellig, Kolonien 12 bis 30 μ. Inhalt bläulichgrün, stark lichtbrechend. Gallerte stark entwickelt. Taf. III, Fig. 61.	Wachstum schlecht; kein Stichococcus. Zellen 4·5 bis 5 μ, Familien meist vierzellig, Kolonien 18 bis 30 μ. Hüllen ziemlich stark. Inhalt bläulichgrün. Taf. I, Fig. 11.

[1] Zusammensetzung siehe p. 529.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
4	Stickstofffreie Nährlösung	Wachstum ziemlich gut. Stichococcus wenig am Boden. Gallerte in Klümpchen am Rande der Flüssigkeit. Zellen 7 bis 8 μ, Familien vier- bis achtzellig, Kolonien 15 bis 30 μ. Inhalt gelbgrün, Zellhaut deutlich. Taf. I, Fig. 7.	Wachstum schlecht. Meist nur Impfexemplare, vereinzelte größere (7 bis 8 μ) Zellen.
5	Kaliumfreie Nährlösung	Wachstum sehr schwach, ganz vereinzelte Kolonien zwischen reichlichem Stichococcus. Zellen 4 bis 5 μ, blaß blaugrün, zu zwei bis vier in Familien, jede Zelle mit Gallerthof. Familien 15 bis 20 μ. Taf. III, Fig. 52.	Wachstum sehr schwach, ganz vereinzelte Zellen 4 bis 5 μ, blaugrün, fast blau. Sonst wie Fig. 18, Taf. I.
6	Schwefelfreie Nährlösung	Wachstum gut, zahlreiche punktförmige Klümpchen an der ganzen Wand verteilt. Stichococcus einen Bodenbelag bildend. Zellen 5 bis 7 μ, lebhaft blaugrün. Kolonien 24 bis 40 μ, meist zu traubenförmigen Aggregaten vereinigt. Taf. I, Fig. 18	Wachstum sehr schlecht. Nur Impfexemplare.
7	Eisenfreie Nährlösung	Wachstum schlecht, Klümpchen bildend. Stichococcus in einer Bodenschicht. Zellen 3·5 bis 5 μ, ausgesprochen grünlichblau bis fast blau. Aussehen krankhaft. Kolonien 8 bis 20 μ, meist klein und wenigzellig. Taf. I, Fig. 13.	Kein Wachstum.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
8	1% Molisch-Nährlösung	Wachstum ziemlich gut, zwischen wenig Stichococcus farblose Gallertklümpchen bildend. Zellen 4·5 bis 5 μ. Familien aus (selten 2) 4 und mehr Zellen, Kolonien 24 bis 36 μ. Gallerte sehr schwer sichtbar, ungeschichtet, färbt sich mit Gentianaviolett schwach. Taf. III, Fig. 58.	Wachstum ziemlich gut. Zellen 4·5 bis 5 μ, blaßgelblichgrün, zu zwei bis vier in Familien vereinigt, 10 bis 12 μ, Kolonien 16 bis 30 μ, miteinander verklebt, Gallerte sehr schwer sichtbar. Taf. II, Fig. 46.
9	1% Molisch-Nährlösung mit Gipsplatte	Wachstum sehr gut, dunkel- bis schwarzgrüne, trocken schwarzkrümmelige Massen bildend. Reichlich Stichococcus. Zellen 4·8 bis 6 μ, Familien meist vier- bis achtzellig, 19 bis 24 μ, Kolonien aus meist zwei bis vier Familien gebildet; Aggregate von Kolonien bis 75 μ. Inhalt blaugrün. Taf. I, Fig. 14.	Wachstum schwach, gelblichgrün, kein Stichococcus. Zellen 4·5 bis 5 μ, Familien meist zweizellig, 12 bis 15 μ, Kolonien 20 bis 50 μ. Inhalt sehr blaßgelblichgrün, etwas granuliert. Taf. I, Fig. 12.
10	½% Molisch-Agar	Wachstum gut. Dunkelgrüner, krümmeliger Belag. Zellen 3·5 bis 5 μ, Familien zwei- bis vier-, selten mehrzellig, bis 26 μ, meist zu größeren Aggregaten verklebt. Inhalt trüb blaugrün. Taf. I, Fig. 15.	Wachstum sehr langsam, sonst wie die Lichtkultur. Bakterien vorhanden.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
11	$^1/_2$% kalkfreie Nährlösung nach Oehlmann	Wachstum schwach, gelbgrün, stark gallertig. Zellen 5 bis 6 μ, sehr bleich gelbgrün. Familien meist zwei- bis vierzellig, 19 bis 24 μ, Kolonien 36 bis 48 μ. Hüllen stark, äußerste manchmal abblätternd. Taf. II, Fig. 34.	Wachstum ziemlich gut, eine gelblichgrüne, gallertige Masse bildend. Zellen 4·5 bis 5 μ, blaß blaugrün, zu zwei bis vier in Familien vereinigt, 19 bis 24 μ, Gallerte nur durch Färbemittel sichtbar, die Zellen erscheinen wie einzeln; alle Familien miteinander verklebt. Taf. II, Fig. 41.
12	$^1/_2$% kalkfreie Nährlösung nach Oehlmann mit Gipsplatte	Wachstum spärlich, gelblichgrüne, punktförmige Kolonien bildend. Kein Stichococcus. Zelle 5 bis 7 μ, Familie meist zweizellig, bis 24 μ, Kolonien 36 bis 48 μ. Inhalt gelbgrün. Taf. II, Fig. 29.	Wachstum schwach, gelblichgrün. Zellen 4·5 bis 7 μ, Familien meist zwei- bis vierzellig, 14·5 bis 17 μ, Inhalt blaß blaugrün bis gelbgrün. Taf. I, Fig. 2.
13	$^1/_2$% Molisch-Nährlösung $+^1/_{10}$% Eisenchlorid	Wachstum schwach, bräunlichgelbe Klümpchen bildend. Zellen 4·5 bis 5 μ, Familien meist zweizellig, 17 bis 20 μ, Kolonien 30 bis 50 μ, Zellinhalt sehr blaß blaugrün. Gallerte und Hüllmembranen gelblich. Jede Zelle mit spezieller Hülle. Ganz gleich mit Molisch +Eisenalaun, F., L.	Wachstum schwach, bräunlichgelbe Klümpchen bildend. Zellen 4 bis 5 μ. Familien zwei- bis vierzellig, 15 bis 24 μ, Inhalt lichtbrechend, sehr blaß blaugrün. Hüllmembranen dick, gelblich gefärbt. Wie Molisch+Eisenalaun, F., D., nur die Hüllen etwas gelblicher.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
14	1/2% Molisch-Nährlösung +1/10% Eisenchlorid mit Gipsplatte	Wachstum gut, dunkelgrüne, krümmelige Massen bildend, ziemlich viel Stichococcus. Zellen 5 bis 7 μ, Familien meist zweizellig bis achtzellig, bis 22 μ, Kolonien 30 bis 48 μ. Inhalt hellgrün, fast chlorophyllgrün. Taf. I, Fig. 25.	Wachstum schwach, chlorophyllgrün, ohne andere Algen. Zellen 4·5 bis 7 μ, Inhalt blaß gelblichgrün, homogen. Familien meist zweizellig, selten mehrzellig, 14 bis 16 μ, zu größeren Aggregaten verklebt. Taf. III, Fig. 66.
15	1/2% Molisch-Nährlösung +1/10% Eisenalaun	Wachstum schwach, bräunlichgelbe Klümpchen bildend. Zellen 4·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, 16 bis 20 μ, Kolonien bis 50 μ, Zellinhalt sehr blaß blaugrün. Gallerte und Hüllmembranen gelblich. Jede Zelle starke eigene Membran. Gleich mit Molisch+Eisenchlorid, F., L. Taf. II, Fig. 31.	Wachstum schwach, bräunlichgelbe Klümpchen. Zellen 4 bis 5 μ, Familien zwei- bis vierzellig, 14 bis 24 μ. Inhalt stark lichtbrechend, sehr blaß bläulichgrün. Membranen stark, gelblich. Wie Molisch+Eisenchlorid, F., D. Taf. II, Fig. 30.
16	1/2% Molisch-Nährlösung +1/10% Eisenalaun mit Gipsplatte	Wachstum gut, dunkelgrüne, krümmelige Massen bildend, viel Stichococcus. Zellen 5 μ, Familien meist zweizellig, 12 bis 17 μ, Kolonien bis 48 μ. Inhalt blaßgrün. Taf. I, Fig. 19.	Wachstum schwach, gelblichgrün, ohne andere Algen. Zellen 5 bis 7 μ. Familien meist zweizellig, 12 bis 14 μ. Kolonien 50 bis 60 μ. Inhalt blaß blaugrün, homogen. Kolonien miteinander verklebt. Taf. III, Fig. 65.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
17	$^1/_2{}^0/_0$ Molisch-Nährlösung $+1{}^0/_0$ Chlormagnesium	Wachstum gut. Gallerte in dunkelgrünen Klümpchen. Stichococcus reichlich, in Fäden. Zellen 5 μ, Familien meist zweizellig, bis 24 μ. Inhalt gelblichgrün. Gallerthüllen ungeschichtet, fast unsichtbar, durch Färbemittel erst erkennbar. Alle Familien miteinander verklebt. Taf. III, Fig. 55.	Wachstum gut, lebhaft grüne Flocken bildend. Zellen 4·5 bis 5·5 μ. Familien meist zweizellig, 16 bis 32 μ, selten mehrzellig. Häufig zu Kolonien vereinigt. Inhalt blaß bläulichgrün. Gallerte nur durch Färbemittel gut erkennbar. Alle Kolonien miteinander verklebt. Taf. II, Fig. 44.
18	$^1/_2{}^0/_0$ Molisch-Nährlösung $+1{}^0/_0$ Chlormagnesium mit Gipsplatte	Wachstum gut, krümmelige dunkelgrüne Massen bildend. Stichococcus erst nach längerer Kulturdauer auftretend. Zellen 5 bis 6 μ. Familien zwei- bis achtzellig, 14·5 bis 20 μ. Kolonien 35 bis 48 μ. Inhalt hellblaugrün. Familien häufig zu größeren Aggregaten verklebt. Taf. I, Fig. 16.	Wachstum schwach, kleine, blaß blaugrüne Klümpchen bildend. Zellen 3 bis 7 μ (meist 5 μ), Familien meist vierzellig, 14 bis 17 μ, zu größeren Kolonien vereinigt. Inhalt blaß blaugrün. Kein Stichococcus. Taf. I, Fig. 3.
19	$^1/_2{}^0/_0$ Molisch-Nährlösung $+1{}^0/_0$ Ammoniumnitrat	Wachstum ziemlich gut, gelbliche Flocken bildend. Zellen 3 bis 4·5 μ. Familien zwei- bis vier-, selten mehrzellig, 16 bis 28 μ, meist zu Kolonien vereinigt. Inhalt blaß gelbgrün, sehr lichtbrechend. Hüllen dick. Aussehen wie bei der Dunkelkultur.	Wachstum ziemlich gut, gelbgrüne Flocken bildend. Zellen 2·5 bis 5 μ, meist zu zwei bis vier, selten mehr in Familien vereinigt, 15 bis 28 μ. Kolonien häufig. Inhalt blaß gelbgrün. Hüllen dick. Taf. II, Fig. 28.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
20	1% Chlor-magnesium-lösung	Wachstum schwach, blaugrüne Klümpchen bildend. Zellen 4·5 bis 5 μ, Familien zwei- bis vierzellig, 16 bis 20 μ. Diese meist zu vieren wieder miteinander verklebt. Inhalt blaß gelblich-blaugrün. Gallerte schwach und undeutlich geschichtet. Taf. III, Fig. 62.	Wachstum ziemlich gut. Hellgrüne Klümpchen. Zellen 4·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, Kolonien aus zwei Familien selten, 18 bis 24 μ. Inhalt gelblich-grün. Gallerthüllen sehr schwer sichtbar. Taf. II, Fig. 43.
21	1% Chlor-magnesium-lösung mit Gipsplatte	Wachstum schwach, gelb-grün, kein Stichococcus. Zellen 8 bis 9 μ. Familien meist zweizellig, Kolonien bis 50 μ. Inhalt gelblich-grün. Ziemlich starke Hüllen. Taf. I, Fig. 24.	Wachstum schwach, gelb-grün. Kein Stichococcus. Zellen 4·5 bis 7 μ, Familien meist vierzellig, 12 bis 15 μ. Inhalt gelblichgrün. Taf. I. Fig. 1.
22	½% Kalium-nitratlösung	Wachstum schwach, gelb-grüne Flöckchen. Zellen 4·5 bis 5·5 μ, Familien zwei- bis vierzellig, 15 bis 24 μ, zu größeren Kolonien vereinigt. Inhalt sehr blaß bläulich. Gallerte sehr hyalin, selten geschichtet. Stichococcus vorhanden. Taf. III, Fig. 48.	Wachstum schwach, gelb-lichgrüne Flöckchen. Zellen 4·5 bis 5·5 μ, meist zwei-bis vierzellige Familien bildend, 15 bis 20 μ. Kolonien bis 30 μ. Inhalt gelblichgrün. Hüllen gelb-lich gefärbt. Stichococcus wenig. Taf. III, Fig. 50.
23	½% Natriumnitrat-lösung	Kein Wachstum.	Wachstum sehr schwach, bläulichgrüne Flöckchen. Inhalt bläulichgrün, keine Färbung der Hüllen, sonst wie Kaliumnitrat, F., D.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
24	½% Magnesium-nitratlösung	Wachstum gut, hellgrün, ziemlich viel Bakterien. Zellen 5 bis 6 μ, Familien meist zweizellig, selten vier- oder mehrzellig, 18 bis 26 μ. Inhalt bläulichgrün. Gallerte geschichtet, stark entwickelt, ziemlich hyalin. Nach Färbung mit Vesuvin sehr ähnlich der KNO_3-Kultur. Taf. II, Fig. 33.	Wachstum schwach, bläulichgrüne Flöckchen. Zellen 3 bis 5 μ. Familien zwei- bis vierzellig, bis 12 μ. Kolonien 15 bis 24 μ. Inhalt blaugrün. Hüllen stark hervortretend. Wenig Bakterien. Taf. II, Fig. 27.
25	1% Ammonium-nitratlösung	Wachstum ziemlich schwach. Wenig Stichococcus. Zellen 4 bis 5 μ. Familien zwei- bis vierzellig, 12 bis 24 μ. Inhalt blaß bläulichgrün. Gallerte sehr hyalin. Aussehen wie Versuch 26.	Wachstum schwach, wenige Klümpchen. Zellen 3 bis 5 μ, meist zweizellige Familien, 10 bis 17 μ. Kolonien 16 bis 24 μ. Inhalt lebhaft blaugrün. Taf. I, Fig. 5.
26	1% Ammonium-nitratagar	Wachstum spärlich, viel Stichococcus, eine homogene Gallertmasse bildend. Zellen 4 bis 5 μ. Familien bis vierzellig, bis 20 μ. Inhalt blaß bläulichgrün. Gallerte ungeschichtet, Grenzen schwer kenntlich. Taf. III, Fig. 69.	Wachstum ziemlich gut. Stecknadelkopfgroße, dunkelgrüne Aggregate. Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien meist vierzellig, 12 bis 18 μ, meist zu größeren Aggregaten verklebt (20 bis 50 μ). Entwicklung sehr gut. Inhalt tief dunkelgrün. Kolonien von Bakterien umgeben. Taf. III, Fig. 64.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
27	1% Calcium-nitratlösung	Wachstum ziemlich gut, viel Stichococcus. Zellen 4·5 bis 5 μ. Familien fast stets zweizellig, selten mehrzellig, 14 bis 17 μ. Inhalt blaß blaugrün. Gallerte schwach entwickelt. Taf. II, Fig. 40.	Wachstum gut, hellblaugrüne Flocken. Zellen 3·5 bis 4·5 μ. Familien meist zweizellig, Kolonien 14 bis 24 μ. Inhalt blaß gelblichgrün. Hüllen scharf konturiert. Mit Vesuvin sehr schwache Färbung, fast gallertlos. Taf. II, Fig. 42.
28	1% Calcium-nitrat mit Gipsplatte	Wachstum schwach, gelblichgrün. Kein Stichococcus. Zellen 7 μ. Familien meist zweizellig, selten mehrzellig, bis 24 μ. Inhalt gelbgrün. Taf. II, Fig. 35.	Wachstum schwach, gelbgrün. Zellen 4·5 bis 7 μ. Familien bis achtzellig, kleine Kolonien bildend. 17 bis 22 μ. Inhalt gelbgrün (fast chlorophyllgrün). Kein Stichococcus. Taf. I, Fig. 4.
29	Ammonium-nitrat +Schwefel-ammonium-agar	Wachstum ziemlich gut, lichtgrüne, kleine Klümpchen bildend. Zellen 3 bis 5 μ (selten bis 7 μ). Familien meist zweizellig (bis 14 μ), häufig sind einzellige Individuen; alle miteinander verklebt. Inhalt sehr blaß grünlich. Kein Stichococcus. Taf. III, Fig. 49.	Wachstum ziemlich gut, hellgrüne, stecknadelkopfgroße Klümpchen bildend. Zellen 3 bis 5 μ. Familien zwei- bis vierzellig, 9 bis 12 μ. Kolonien 24 bis 35 μ, alle miteinander verklebt. Inhalt gelblichgrün. Kein Stichococcus. Taf. II, Fig. 47.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
30	1% Ammonium-natrium-phosphat-lösung	Kein Wachstum.	Wachstum sehr schwach. Zellen 3·5 bis 4 μ. Familien zwei- bis vierzellig, 18 bis 24 μ, mit starker, schwer sichtbarer Gallerthülle. Inhalt blaß bläulichgrün, häufig scheinbar eine Platte, welche manschettenartig ist, bildend. Krankhaftes Aussehen. Taf. III, Fig. 56.
31	1% Ammonium-magnesium-phosphat-lösung	Wachstum sehr schwach. Ganz vereinzelte Kolonien unter Pilzfäden. Zellen 4 bis 5 μ. Familien zwei- bis vierzellig, 18 bis 24 μ. Gallerthüllen sehr groß und undeutlich geschichtet. Inhalt sehr blaß bläulichgrün. Taf. III, Fig. 51 *b*.	Wachstum schwach, kleine Klümpchen bildend. Zellen 3 bis 5 μ, meist 3 μ. Familien meist zweizellig, 10 bis 17 μ, Kolonien 15 bis 24 μ. Inhalt lebhaft blaugrün. Taf. III, Fig. 51 *a*.
32	1% Ammonium-biphosphat-lösung	Wachstum ziemlich gut, eine gallertige Masse bildend. Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig. Kolonien 20 bis 30 μ. Gallerte nur mit Färbemitteln sichtbar. Inhalt sehr blaß grünlich. Taf. III, Fig. 59.	Wachstum schwach, sehr schwache bläulichgrüne, gallertige Masse bildend. Viel Bakterien. Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien zwei-, selten vierzellig, 18 bis 24 μ. Gallerte schwer sichtbar, erst bei Farbstoffzusatz; strukturlos. Inhalt blaß blaugrün. Taf. II, Fig. 45.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
33	1% Ammonium-biphosphatlösung mit Gipsplatte	Wachstum sehr schwach, vereinzelte Kolonien zwischen reichlich auftretendem Stichococcus. Zellen 4 bis 4·5 μ. Familien meist zweizellig, bis 35 μ, Gallerte sehr stark entwickelt mit deutlicher Gallertmembran. Inhalt fast farblos, krankhaft. Taf. II, Fig. 38.	Wachstum ziemlich gut, blaugrün, kein Stichococcus. Zellen 3 bis 4·5 μ. Familien meist zweizellig, selten vierzellig, 10 bis 12 μ. Inhalt blaugrün. Taf. I, Fig. 6.
34	1% Ammonium-carbonatlösung	Kein Wachstum.	Kein Wachstum.
35	½% Peptonagar	Wachstum ziemlich gut, goldgelb. Zellen 5 μ (selten bis 6 μ). Familien 20 bis 24 μ, zu größeren Aggregaten (bis 100 μ) vereinigt. Inhalt meist farblos, selten sehr schwach blaßgrünlich. Äußere Hüllen schwach gelb gefärbt (scheinbar Niederschlag). Sehr gallertreiche, in Bakterienmassen eingebettete Kolonien. Taf. III, Fig. 67.	Wachstum ziemlich gut, goldgelb. Zellen 4·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, 19 bis 30 μ (meist bis 20 μ), selten zu größeren Aggregaten vereinigt. Inhalt gelblichgrün. Gallerte schwach entwickelt. Zahlreiche Bakterien. Taf. III, Fig. 63.
36	1% Dextrose-agar	Aussehen wie bei der Dunkelkultur. Wachstum etwas schwächer.	Wachstum gut, gelbbräunlich, viel Pilze. Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien meist vierzellig, selten mehr oder weniger, 12 bis 20 μ. Kolonien bis 30 μ. Gallertmembran stark. Inhalt gelbbräunlichgrün. Taf. I, Fig. 21.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
37	1% Saccharose-agar	Schwaches Wachstum, gallertig, hellgelblich. Zellen 4·5 bis 5 μ. Familien meist vierzellig, zirka 15 μ, manchmal zu größeren Aggregaten (bis 36 μ) vereinigt, dann Familiengrenzen verwischt. Inhalt farblos. Gallerte reichlich, mit gelblichem Stich, massenhaft Bakterien. Taf. III, Fig. 68.	Schwaches Wachstum, eine gelblichgrüne Gallerte bildend. Zellen 5 bis 7 μ. Familien meist zweizellig. Kolonien 18 bis 30 μ. Inhalt gelblichgrün, Gallerte nicht stark entwickelt. Viel Bakterien und Pilzhyphen. Taf. I, Fig. 17.
38	1‰ Harnstoff-lösung	Wachstum schwach; ein weißlicher, aus Bakterien bestehender Bodensatz mit wenig Gallerteklümpchen. Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien zwei- bis vierzellig, 17 bis 24 μ. Kolonien meist aus zwei Familien bestehend. Inhalt sehr blaß blaugrün, lichtbrechend. Taf. II, Fig. 26.	Wie Lichtkultur, Inhalt jedoch lebhaft blaugrün.
39	1‰ Harnstoff +½% Dextrose-lösung	Wachstum schwach, aber besser als 38 L. und 40 L., einen einzigen Klumpen bildend. Zellen 4·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, selten vier- bis achtzellig, 24 bis 36 μ. Gallerte stark entwickelt und ungeschichtet. Nach Vesuvinfärbung schwach konzentrisch, jede Zelle mit eigener Gallerthülle zeigend. Inhalt blaß bläulichgrün. Ziemlich viel Bakterien. Taf. III, Fig. 57.	Wie Lichtkultur.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
40	1 ‰ Harnstoff + 1/2 % Saccharose-lösung	Wie bei Harnstoff F. L.	Wie Harnstoff F. D., jedoch besseres Wachstum.
41	1/2 % salpetersaure Harnstoff-lösung	Wachstum ziemlich gut; kein Stichococcus, Pilze spärlich. Zellen 4 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, 12 bis 24 μ, Gallerte farblos, ohne Schichtung. Gallertmembran zart. Inhalt blaß blaugrün, stark lichtbrechend. Taf. III, Fig. 53.	Wachstum schwach, sonst wie Lichtkultur.
42	1 % Asparagin-lösung	Fast kein Wachstum; wenige Zellen, wie Nr. 48 (Taf. II, Fig. 36).	Wie Lichtkultur.
43	1/2 % Asparagin + 1 % Dextrose-lösung	Wachstum schwach. Zellen 4 bis 5 μ, meist zu zwei in einer Familie, 20 bis 25 μ, die Gallerte stark entwickelt, nicht geschichtet, äußerster Teil dichter. Inhalt gelblichgrün, sehr dicht. Taf. III, Fig. 60.	Wachstum besser wie Lichtkultur. Inhalt lebhafter blaugrün, sonst wie Lichtkultur.
44	1/2 % Asparagin + 1 % Saccharose-lösung	Fast kein Wachstum; wenige Zellen, wie Nr. 48 (Taf. II, Fig. 36).	Fast kein Wachstum, wenige Zellen, wie Nr. 48 (Taf. II, Fig. 36).

		Im Lichte	In der Dunkelheit
45	1% Asparaginsäurelösung	Kein Wachstum.	Wie Versuch Nr. 47, Lichtkultur.
46	½% Asparaginsäure + 1% Dextrosesäure	Wachstum schwach, kein Stichococcus. Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, bis 24 μ. Gallerte stark entwickelt, Aussehen wie Versuch Nr. 48 (Taf. II, Fig. 36), Gallertmembran schwach gelblich. Inhalt blaß bläulichgrün.	Wie Lichtkultur, Inhalt jedoch gelblichgrün. Gallertmembran ungefärbt.
47	½% Asparaginsäure + 1% Saccharose-lösung	Wachstum ziemlich schwach, kein Stichococcus. Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, 18 bis 24 μ. Gallerte sehr stark entwickelt, ungeschichtet, etwas gelblichbräunlich gefärbt. Inhalt blaß bläulichgrün, stark lichtbrechend. Gallertmembran dick. Taf. II, Fig. 37.	Wie Lichtkultur, nur ungefärbte Gallerte und Gallertmembran dünn.
48	1% Glycocolllösung	Wachstum sehr schwach, viel Pilzmycel, etwas Stichococcus (einzellig). Zellen 3·5 bis 5 μ. Familien meist zweizellig, 18 bis 24 μ, Kolonien bis 30 μ. Gallerte sehr stark entwickelt, ungeschichtet. Inhalt sehr blaß bläulichgrün. Taf. II, Fig. 36.	Wachstum besser als Lichtkultur. Inhalt gelblichgrün, sonst wie Lichtkultur.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
49	$^1/_2$ % Glycocoll + 1 % Dextrose-lösung	Wachstum sehr schlecht, sonst wie Versuch Nr. 48 im Lichte.	Wie Lichtkultur.
50	$^1/_2$ % Glycocoll + 1 % Saccharose-lösung	Wachstum sehr schlecht, sonst wie Versuch Nr. 48 im Lichte, jedoch etwas mehr Stichococcus.	Wie Lichtkultur.
51	1 ‰ Tyrosin-lösung	Wachstum schwach, viel Bakterien. Zellen 5 bis 6 μ, Kolonien meist zwei-, seltener vierzellig, 12 bis 15 μ. Kolonien bis 36 μ. Inhalt gelblichgrün. Taf. I, Fig. 20.	Wie Lichtkultur, jedoch Inhalt blaugrün (gesünder).
52	1 ‰ Tyrosin + $^1/_2$ % Dextrose-lösung	Wachstum ziemlich gut. Zellen wie bei der Dunkelkultur sub *b)*. Inhalt lebhafter gefärbt. Familien meist vierzellig, sonst wie Dunkelkultur.	Wachstum ziemlich gut. Viel Schimmelpilzfäden. Zellen zweierlei: *a)* 5 bis 6 μ, mit Gallerthof 9·5 bis 17 μ. Gallertmembran bräunlich gefärbt. Inhalt blaß bläulichgrün, meist einzellig, seltener zweizellige Familien. Ferner: *b)* Zellen 4·5 bis 5·5 μ in meist vierzelligen Familien (seltener achtzellig), 17 bis 24 μ. Gallertmembran dick, stark, bräunlich gefärbt. Inhalt wie *a)*. Taf. II, Fig. 39.

		Im Lichte	In der Dunkelheit
53	1 ‰ Tyrosin + ½ % Saccharoselösung	Wachstum sehr schwach. Zellen 3 bis 5 μ. Familien 18 bis 24 μ. Inhalt blaß blaugrün, sonst wie Versuch 53, Dunkelkultur.	Wachstum ziemlich schwach, viel Bakterien. Zellen 2·5 bis 5 μ, meist zwei-, selten vierzellige Familien, 8 bis 12 μ, Kolonien seltener, 15 bis 24 μ. Inhalt blaugrün. Gallerte schwach entwickelt. Taf. II, Fig. 8.
54	1 ‰ Methylal	Wachstum schwach, einen weißlichen Belag bildend. Zellen 4 bis 5 μ. Familien vier- bis achtzellig, 20 bis 30 μ, miteinander verklebt. Membranen stark. Inhalt blaß bläulichgrün. Die ganzen Familien stark lichtbrechend. Bakterien vorhanden. Taf. I, Fig. 22.	Wie Lichtkultur, jedoch Inhalt lebhafter gefärbt und eine Anzahl zwei- bis vierzelliger Familien vorhanden.
55	Molisch-Nährlösung mit Gipsplatte, Glashauskultur	Wachstum sehr gut, braungrüne Klümpchen, welche miteinander verschmelzen. Zellen 4·5 bis 5 μ, meist zweizellige Familien bildend, 15 bis 20 μ. Kolonien seltener, bis 28 μ. Inhalt gelblichgrün. Gallerte ziemlich stark, Gallertmembran meist gelblich gefärbt. Taf. III, Fig. 54.	—

		Im Lichte	In der Dunkelheit
56	Molisch-Nährlösung mit Gipsplatte, bei 25° C.	Wachstum sehr gut, dunkelgrüne, punktförmige Klümpchen, welche zusammenwachsen. Zellen 4·5 bis 5·5 μ. Familien zwei- bis achtzellig, bis 20 μ. Zellen dichtgedrängt. Gallerte schwach entwickelt. Membran ziemlich stark. Inhalt trüb blaugrün. Die Kolonien alle miteinander verklebt. Taf. I, Fig. 9.	—
57	Molisch-Nährlösung mit Gipsplatte, bei 30° C.	Wachstum sehr gut, schwarzgrüne, punktförmige Kolonien bildend. Zellen 4·5 bis 6 μ (meist 5 μ). Familien zwei- bis achtzellig, am häufigsten vierzellig, 8 bis 12 μ. Kolonien bis 26 μ. Inhalt dunkelblaugrün, viel Cyanophycinkörner. Hüllen hell. Taf. I, Fig. 23.	—
58	Kultur in Leitungswasser	Wachstum gut, nicht zusammenhängende Flocken bildend, blaugrün. Zellen 4·5 bis 6 μ. Familien zwei- bis vierzellig, 16 bis 24 μ. Hüllen stark. Inhalt gelblichgrün, homogen. Taf. II, Fig. 32.	Wachstum sehr schlecht, wenige Kolonien. Zellen 4·5 bis 6 μ. Familien vier- bis achtzellig, 15 bis 20 μ. Inhalt chlorophyllgrün. Gallerthüllen mäßig. Taf. I, Fig. 10.

Wachstum der Versuche.[1]

		Kein Wachstum	Sehr schlecht	Schlecht	Schwach	Ziemlich schwach	Ziemlich gut	Gut	Sehr gut
1	1/2% Molisch		**—**					—	
2	Ca-frei				**—**	—			
3	Mg-frei			— **—**					
4	N-frei			**—**			—		
5	K-frei			— **—**					
6	S-frei		**—**					—	
7	F-frei	**—**		—					
8	1% Molisch-Lös.					—	**—**		
9	» G.[2]				**—**				—
10	» A.							— **—**	
11	Ca-frei n. Oehlmann				—		**—**		
12	» G.				**—**	—			
13	Molisch+Eisenchlorid				— **—**				
14	» » G.				**—**			—	
15	Molisch+Eisenalaun				— **—**				
16	» » G.				**—**			—	
17	Molisch + Chlormagnesium							— **—**	
18	» » G.				**—**			—	
19	Molisch + Ammoniumnitrat					**—**	—		
20	Chlormagnesium				—	**—**			
21	» G.				— **—**				
22	Kaliumnitrat				— **—**				
23	Natriumnitrat	—		**—**					
24	Magnesiumnitrat				**—**			—	
25	Ammoniumnitrat				**—**	—			
26	» A.					—	**—**		
27	Calciumnitrat						—	**—**	
28	» G.				— **—**				

[1] — = Lichtkultur, **—** = Dunkelkultur.

[2] *G.* = mit Gipsplatte, *A.* = Agar.

		Kein Wachstum		Sehr schlecht		Schlecht		Schwach		Ziemlich schwach		Ziemlich gut		Gut		Sehr gut	
29	Ammoniumnitrat + Schwefelammonium A.											—	—				
30	Ammoniumnatriumphosphat	—					—										
31	Ammoniummagnesiumphosphat					—			—								
32	Ammoniumbiphosphat								—			—					
33	» G.					—							—				
34	Ammoniumcarbonat	—	—														
35	Pepton A.											—	—				
36	Dextrose A.											—			—		
37	Saccharose A.							—	—								
38	Harnstoff							—	—								
39	» +Dextrose							—	—								
40	» +Saccharose							—			—						
41	Salpeters. Harnstoff											—	—				
42	Asparagin			—	—												
43	» +Dextrose							—			—						
44	» +Saccharose			—	—												
45	Asparaginsäure	—									—						
46	» +Dextrose							—	—								
47	» +Saccharose									—	—						
48	Glycocoll					—			—								
49	» +Dextrose			—	—												
50	» +Saccharose			—	—												
51	Tyrosin							—	—								
52	» +Dextrose											—	—				
53	» +Saccharose					—					—						
54	Methylal							—	—								
55	Molisch, Glashaus, G.															—	
56	» 25°, G.															—	
57	» 30°, G.															—	
58	Leitungswasser				—									—			

3. Kulturversuche mit anorganischen zusammengesetzten Nährflüssigkeiten.

Die wichtigste Arbeit über Kultur von Süßwasseralgen in anorganischen Nährflüssigkeiten verdanken wir Molisch (diese Sitzungsberichte, 104, I, 1895). Es lag nahe, die hier verwendeten Nährflüssigkeiten auch für die Kultur der vorliegenden Schizophycee zu versuchen. Chodat und Goldflus (1897) haben bereits bei ihren Kulturversuchen mit der Knopschen Nährlösung, welche der von Molisch verwendeten ähnlich ist, gute Resultate erzielt. Bei vorliegenden Versuchen wurden die Nährflüssigkeiten wie folgt hergestellt.

1. Die komplette Nährflüssigkeit, bestehend aus:

$$\left.\begin{array}{l} KNO_3 \\ K_2HPO_4 \\ MgSO_4 \\ Ca(NO_3)_2 \end{array}\right\} \text{je } 0\cdot 2\,g,$$

Spur Eisenchlorid,
1000 Aqua dest.;

2. die kalkfreie Nährlösung:

$$\left.\begin{array}{l} KNO_3 \\ K_2HPO_4 \\ MgSO_4 \end{array}\right\} \text{je } 0\cdot 2\,g,$$

Spur Eisenchlorid,
1000 Aqua dest.;

3. die magnesiumfreie Nährlösung:

$$\left.\begin{array}{l} KNO_3 \\ K_2HPO_4 \\ Ca(NO_3)_2 \end{array}\right\} \text{je } 0\cdot 2\,g,$$

Spur Eisenchlorid,
1000 Aqua dest.

4. die stickstofffreie Nährlösung:

$$\left.\begin{array}{l} K_2HPO_4 \\ MgSO_4 \\ CaSO_4 \end{array}\right\} \text{je } 0\cdot 2\, g,$$

Spur Eisenchlorid,
1000 Aqua dest.;

5. die kaliumfreie Nährlösung:

$$\left.\begin{array}{l} PO_4(NH_4)_2 \\ MgSO_4 \\ Ca(NO_3)_2 \end{array}\right\} \text{je } 0\cdot 2\, g,$$

Spur Eisenchlorid,
1000 Aqua dest.;

6. die schwefelfreie Nährlösung:

$$\left.\begin{array}{l} KNO_3 \\ K_2HPO_4 \\ MgNO_3 \\ Ca(NO_3)_2 \end{array}\right\} \text{je } 0\cdot 2\, g,$$

Spur Eisenchlorid,
1000 Aqua dest.;

7. die eisenfreie Nährlösung:

$$\left.\begin{array}{l} KNO_3 \\ K_2HPO_4 \\ MgSO_4 \\ Ca(NO_3)_2 \end{array}\right\} \text{je } 0\cdot 2\, g,$$

1000 Aqua dest.

Bezüglich der Zusammensetzung der Nährflüssigkeit ist zu bemerken, daß statt $CaSO_4$ mit Ausnahme der stickstofffreien Lösung immer $Ca(NO_3)_2$ gegeben wurde, da die Verwertung der letzteren Verbindung eine leichtere ist.

Das Wachstum in der normalen Nährlösung war ein sehr günstiges (Fig. 8); zahlreiche punktförmige Klümpchen bedeckten die ganze Wand der Eprouvetten. Dasselbe günstige

Resultat ergab die schwefelfreie Kultur (Fig. 18). In der stickstofffreien Nährlösung (Fig. 7) waren die zahlreichen Klümpchen fast ausschließlich am Rande der Flüssigkeit und wenige Millimeter unter der Oberfläche verbreitet, was die Vermutung nahelegt, daß eine Abhängigkeit von der Stickstoffbindung durch *Azotobacter* und Verwandte vorliegt. Der Beweis, daß tatsächlich Cyanophyceen in Symbiose mit *Azotobacter* leben, wurde durch Hugo Fischer (Zentralbl. Bakteriol., II, XII, 1904, p. 267 und 268) erbracht, der Oscillatorien mit einer einprozentigen Mannitlösung überschichtete; in kürzester Zeit trat eine reiche Kultur von *Azotobacter* in derselben auf.

Die Frage, ob Schizophyceen Stickstoff aus der Luft assimilieren können, dürfte damit endgültig verneint sein, wenn auch der exakte Beweis erst nach dem Gelingen von Reinkulturen der Schizophyceen möglich ist.

Prantl (1889) war der Meinung, daß *Nostoc* freien Stickstoff oder das entstehende Ammoniumnitrit aufnimmt und wies darauf hin, daß *Blasia*, *Anthoceros* und *Azolla* daraus Nutzen zu ziehen scheinen.

B. Frank (1888 und 1889) versuchte zuerst den Nachweis der Stickstoffbindung aus der Luft für niedere Algen und Schizophyceen zu erbringen. Schloesing und Laurent sowie Koch und Kossowitsch waren derselben Ansicht, daß diesen Organismen die Fähigkeit der N-Bindung zukommt. Kossowitsch hat dann später (1894) in einer mit Sorgfalt durchgeführten Versuchsreihe gezeigt, daß dies nicht der Fall ist; er macht die Bemerkung, daß gallerthaltige Algen mehr Stickstoff assimilieren als solche ohne Gallerte, was wohl auf die größere Zahl von Bakterien zurückzuführen ist.

Beijerink hat im Jahre 1901 die seither zu großer Wichtigkeit für die Erkenntnis der Stickstoffbindung gelangte neue Gattung *Azotobacter* isoliert. Er sagt in seiner Arbeit ausführlich, daß *Oscillatoria* nicht imstande ist, N aus der Luft binden zu können.

Bouilhac und Giustiniani (1903)[1] haben in zwei Arbeiten nachgewiesen, daß *Nostoc punctiforme* und *Anabaena*,

---

[1] Vgl. auch die Arbeit des ersteren von 1898.

welche mit Bakterien reichlich bedeckt sind, einen von organischen Bestandteilen freien Boden mit Stickstoff versorgen können, so daß sogar höhere Pflanzen (z. B. Buchweizen) gedeihen können; es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß es sich um nitrifizierende Bakterien handelt. Bouilhac hatte früher (1896) behauptet, daß *Schizothrix lardacea* und *Ulothrix flaccida* nicht in N-freien Nährlösungen wachsen können, auch nicht in Anwesenheit von Bodenbakterien, welche sich mit diesen beiden Arten schlecht entwickeln; *Nostoc punctiforme* dagegen hat diese Fähigkeit.

Die kalkfreie Nährlösung ergab ebenfalls ein ziemlich günstiges Wachstum. Dagegen war dasselbe schwach bei der magnesiumfreien und eisenfreien Nährlösung, am schlechtesten jedoch bei der kaliumfreien.

Es wurden Parallelversuche im Dunkeln aufgestellt, welche durchwegs sehr schlechtes Wachstum ergaben. Es scheint bei den meisten Versuchen überhaupt zu keiner Vermehrung gekommen und lediglich die Impfexemplare vorhanden zu sein.

Die Versuchsreihe im Licht gibt ein Resultat, welches mit dem von Molisch erhaltenen nicht ganz übereinstimmt. Molisch konstatierte für die von ihm untersuchten Grünalgen, daß sie mit Ausnahme des Calciums dieselben Elemente wie die höheren grünen Pflanzen benötigen. Aus meinen Versuchen geht hervor, daß das Fehlen des Kaliums am schwersten empfunden wird, in absteigender Linie dann Eisen, Magnesium, Calcium, Stickstoff und Schwefel. Den Stickstoff kann sich die *Gloeothece* wahrscheinlich durch stickstoffbindende Bakterien aus der Luft verschaffen. Da die Schizophyceen einem ganz anderen Stamm angehören, ist es außerdem nicht zu verwundern, daß sie sich verschieden gegenüber Entzug von bestimmten Elementen verhalten als Chlorophyceen. Es ist auch nicht der Verdacht von der Hand zu weisen, ob nicht die geringen Mengen von Elementen in organisierter Form (als abgestorbene Individuen) genügen, den außerordentlich kleinen Bedarf an Stoffen zum Aufbau neuer Individuen zu decken. Die manchmal schwierige Deutung vieler Versuche mit niederen Organismen wäre dann verständlich.

Was die Form der Zellen und Verbände betrifft, so war diese bei der S-freien, Ca-freien und der normalen Nährflüssigkeit gleich (Fig. 18), die N-freie (Fig. 7) zeigte wohl ähnliche Formen, aber verkleinerte Aggregate. Ähnlich sind auch die Exemplare in der Fe-freien Lösung. Die K- und Mg-freien Kulturen zeigen dagegen starke Ausbildung der Gallerthüllen, welche wohl als Verquellungserscheinungen aufzufassen sind.

An früheren Versuchen liegt wenig vor. Benecke (1898) gibt in einer kleinen Notiz (p. 96) an, daß *Oscill. tenuis* (?) sich in Na- wie K-haltigen Lösungen gleich gut entwickelt; er läßt es jedoch selbst dahingestellt, ob das Resultat richtig ist. Für *Hormidium nitens (Chlorophyceae)* ergab sich die Notwendigkeit von K. Meine später zu besprechenden Versuche mit Nitraten und Phosphaten bestätigen die Unverwendbarkeit der Natriumverbindung.

Außer der von Molisch angegebenen Ca-freien Nährflüssigkeit wurde auch eine von Oehlmann für *Sphagnum*-Kulturen benutzte verwendet; dieselbe besteht aus:

$MgSO_4$	0·1 *g*
KNO_3	0·2 *g*
Na_2SO_4	0·2 *g*
Aqua dest.	1000 *g*

Die Resultate waren gänzlich verschieden von der Versuchsreihe mit Molisch's Ca-freier Nährlösung. Die verschiedenen Resultate sind jedenfalls auf die geänderte Zusammensetzung der Nährlösung zurückzuführen, insbesondere auf Na. Die Kulturen in flüssigem Medium zeigten im Lichte mehrschichtige Hüllgallerte um jede Zelle, die Hüllmembran ist manchmal in Auflösung begriffen; in der Dunkelkultur hat jede Zelle eine starke, aber ungeschichtete Gallerthülle, manchmal kommen ein- bis zweizellige Komplexe vor, welche die Zellen lediglich in Gallerte eingebettet zeigen ohne jede Differenzierung. Bei den Gipskulturen sind im Lichte die Gallerthüllen wenig verdickt; die Dunkelkultur besteht aus kleinen Familien, welche im morphologischen Aussehen den Chlormagnesiumkulturen sehr gleichen.

4. Kulturversuche mit Nitraten und Phosphaten.

Es wurden Nährlösungen von folgenden Verbindungen verwendet:

Kaliumnitrat (Fig. 48 und 50);
Natriumnitrat;
Magnesiumnitrat (Fig. 33 und 27);
Ammoniumnitrat (Fig. 5, 69, 64);
Calciumnitrat (Fig. 40 und 42);
Ammoniumnatriumphosphat (Fig. 56);
Ammoniummagnesiumphosphat (Fig. 51 *a* und *b*);
Ammoniumbiphosphat (Fig. 59 und 45, 38 und 6);
ferner Ammoniumcarbonat.

Letzteres ergab kein Wachstum; ebenso war Natriumnitrat und Ammoniumnatriumphosphat im Lichte ganz unbrauchbar.

Im allgemeinen ergaben im Lichte die Nitrate die besseren Resultate. Was die Verwertbarkeit der einzelnen Verbindungen anbelangt, so ergab Magnesiumnitrat das beste Resultat; es folgen absteigend: Calciumnitrat, Ammoniumnitrat, Kaliumnitrat.

Ammoniumbiphosphat entspricht ungefähr Calciumnitrat, während dagegen Ammoniummagnesiumphosphat sehr schwaches Wachstum ergibt.

Die Dunkelkulturen ergaben ein etwas abweichendes Resultat. Die beiden Natriumverbindungen werden im Dunkel doch verwendet und ergeben ein sehr schwaches Wachstum. Von den anderen Präparaten zeigen Magnesiumnitrat und Ammoniumbiphosphat schwächeres Wachstum als im Lichte, die anderen Verbindungen besseres. Besonders hervorzuheben ist, daß Ammoniummagnesiumphosphat und Ammoniumnitrat wohl langsam wachsen, aber sehr gesund aussehende Zellen produzieren.

Es geht aus dieser Gegenüberstellung hervor, daß die meisten der verwendeten Verbindungen im Dunkel bessere Resultate ergeben.

Bineau fand bereits, daß Algen durch Nitrate ernährt werden können. Nach Loew wächst *Nostoc* in 0·1 prozentigem

Kaliumnitrat sehr gut. Derselbe Autor stellte fest, daß Kalisalpeter weniger gut wirkt als Natriumsalpeter, was mit dem vorhergehenden Versuche nicht übereinstimmt; Konjugaten sollen Nitrate vorziehen, niedere Algen Ammoniaksalze. *Chlorella* verwendet nach Beijerinck (1893) Ammoniumsalze, Nitrite und Nitrate, aber schlechter als Pepton; Gonidien von *Xanthoria parietina* wachsen langsam auf Ammoniumnitrat und Kaliumbiphosphat, schlecht auf Calciumnitrat. *Cystococcus humicola* verarbeitet nach Charpentier (1903) sowohl Nitrate als auch Ammoniumsalze; nach Chick (1903) werden die Ammoniumverbindungen von *Chlorella pyrenoidosa* vorgezogen. Für *Stichococcus* haben Matruchot und Molliard festgestellt, daß Ammoniaksalze brauchbar sind, salpetersaure Salze aber nicht. Treboux (1904) stellte fest, daß der Nährwert im allgemeinen steigt in der Reihenfolge: Nitrate, Nitrite, Ammoniaksalze und daß die letzteren in der Regel auch als N-Quellen bessere Resultate ergeben als Aminosäuren und Amide.

5. Kulturen in Chlormagnesiumlösung mit und ohne Zusatz von Molisch-Nährlösung.

Die Kulturen in einprozentigem Chlormagnesium ergaben nur schwaches Wachstum im Lichte, etwas besseres im Dunkel. Die Gallerte wird verhältnismäßig stark entwickelt, ist jedoch bei der Dunkelkultur schwer sichtbar und stets schwach geschichtet (Fig. 62, 43, 24, 1).

Die Versuche mit $^1/_2$ prozentiger Molisch-Nährlösung und einprozentigem Chlormagnesium (gleiche Teile) zeigen sämtlich gutes Wachstum. Sie wurden in erster Linie ausgeführt, um den Einfluß des Chlormagnesiums als Zusatz zu einer normalen Nährlösung zu sehen. Die Kulturen zeigen in der Nährflüssigkeit im Lichte stärkere Quellungserscheinungen. Die Gallertausscheidung ist ziemlich stark und ungeschichtet. Die Kulturen auf Gipsplatten ergaben im Dunkel sehr kleine Familien mit wenig Gallertbildung, die Lichtkulturen auf Gips stärker ausgebildete Membranen. Allen vier Versuchen gemeinsam ist die Verklebung fast aller Familien zu einem kuchenartigen Aggregat.

Die Versuche mit Chlormagnesium allein ergaben ganz dieselben Erscheinungen. Die Familien, welche in den Gipsdunkelkulturen auftreten, sind die kleinsten unter allen angestellten Versuchen. Die Membranen stets stark entwickelt und etwas geschichtet.

6. Kulturen in Molisch-Nährlösung mit Zusatz von Eisenchlorid und Eisenalaun.

Das Wasser, welches den freilebenden Chroococcaceen zur Verfügung steht, ist häufig eisenhaltig. Es schien daher wünschenswert, den Einfluß von Eisenverbindungen auf *Gloeothece rupestris* zu untersuchen. Es wurden folgende Versuche angestellt.

Zur normalen $^1/_2$ prozentigen Molisch-Nährlösung wurden in dem einen Falle ein gleiches Quantum $^1/_{10}$ prozentiges Eisenchlorid, in dem anderen $^1/_{10}$ prozentiger Eisenalaun zugesetzt. Die Kultur erfolgte sowohl auf Gipsplatten wie auch in der Nährflüssigkeit, beide Versuche in Licht und Dunkelheit. Gutes Wachstum ergaben nur die Gipskulturen im Licht. Die Kultur mit Eisenchlorid ergibt das bessere Resultat, die Zellen sind lebhaft gefärbt, fast chlorophyllgrün. Alle anderen Kulturen ergaben mehr oder weniger schwach gefärbten Zellinhalt. Auffallend ist das Auftreten von gelblich gefärbten Hüllen bei den Kulturen in Nährflüssigkeit, welche auf Einlagerung einer Eisenverbindung zurückzuführen ist.[1]

Die morphologischen Veränderungen (Fig. 25, 66, 31, 30, 19, 65), welche gegenüber der in normaler Molisch-Nährflüssigkeit kultivierten *Gloeothece* auftreten, sind folgende: Bei Zusatz von Eisenchlorid und Kultur auf Gipsplatten sind die Kulturen sehr ähnlich den normalen Pflanzen, lediglich die Hüllgallerte ist etwas stärker und deutlicher. Eisenalaun auf Gips zeigt die Tendenz zur Bildung von Aggregaten sehr vermindert, die Hüllgallerte ist noch etwas stärker entwickelt.

---

[1] Molisch verweist in seiner Arbeit: Das Eisen in seinen Beziehungen zur Pflanze (Jena 1892) speziell (p. 16) auf dieses Verhalten bei Oszillatorien, welche in eisenhaltigen Gewässern vorkommen, hin.

Die Kulturen in flüssigem Medium sind im Licht und Dunkel je gleich, ausgezeichnet, wie schon oben bemerkt, durch gelbliche Färbung der Hüllen und kleinere Dimensionen der Zelle. Die Hüllmembran ist sehr auffallend. Die Dunkelkulturen auf Gips sind vollständig abweichend; die Zellen, welche dieselbe Größe wie die Lichtkulturen besitzen, liegen einzeln oder in zweizelligen Familien in einer Gallerte. Die Unterschiede der beiden Kulturen sind gering, die Eisenchloridkultur zeigt makroskopisch lebhaftere Färbung.

7. Kulturen mit Ammoniumnitrat.

Die beiden Versuche 26 und 29 auf Ammoniumnitratagar mit und ohne Schwefelammoniumzusatz zeigen einen schwachen Einfluß des Schwefelammoniums auf die morphologischen Verhältnisse, dahingehend, daß durch letzteren Zusatz die distinktere Ausbildung der Familienhülle gefördert wird. Die Kulturen ohne Zusatz ergaben besonders im Lichte fast ganz aufgelöste, verquollene Hüllen. Der Schwefelammoniumzusatz verursachte etwas kleinere Zellen und schwache Färbung. Eine Aufnahme des Schwefels in größerer Menge und Speicherung desselben konnte nicht nachgewiesen werden (Fig. 5, 69, 64).

8. Kulturen mit organischen Verbindungen.

Es wurden folgende Verbindungen als Nährstoffe verwendet:

Methylal,
Asparaginsäure,
Glykokoll,
Tyrosin,
Harnstoff,
salpetersaurer Harnstoff,
Asparagin,
Pepton,
Saccharose,
Dextrose.

Von den angeführten wurden Harnstoff, Asparaginsäure, Glykokoll, Tyrosin und Asparagin sowohl allein als auch mit

Zusatz von Dextrose oder Saccharose verwendet. Die Versuche wurden alle in Nährflüssigkeit aufgestellt, ausgenommen Pepton, Saccharose und Dextrose, welche in Agar gelöst zur Verwendung kamen.

Im folgenden soll vorerst auf die einzelnen Verbindungen eingegangen werden, um schließlich zusammenfassend die Resultate zu diskutieren.

Methylal (Fig. 22).

Die Versuche mit Methylal bestätigten teilweise die Resultate der Untersuchungen Bouilhac's, welcher fand, daß Methylal von *Anabaena* und *Nostoc* sowohl in vollem, als auch in sehr schwachem Licht als Nährstoff verwendet wird; bei vollkommener Dunkelheit gingen die Objekte zugrunde. Die Menge der Zellen war bei meinen Versuchen im Licht und Dunkel die gleiche, die Dunkelkultur hatte jedoch ein gesunderes Aussehen, die Zellen waren lebhafter gefärbt. Bouilhac versuchte auch Formaldehyd bei denselben Pflanzen als Nährstoff; er erhielt auch hier als Resultat, daß eine Lichtintensität vorhanden sein muß, welche schon beinahe CO_2-Assimilation gestattet.

Aminosäuren.

Von den drei Aminosäuren: Asparaginsäure, Glykokoll und Tyrosin war die erstgenannte im Licht ungeeignet als Nährstoffquelle. Tyrosin zeigt schwaches, Glykokoll sehr schwaches Wachstum. Die Dunkelkulturen ergaben durchaus bessere Resultate, die Zellen sind lebhafter gefärbt und haben gesünderes Aussehen. Bei den Versuchen mit den vorgenannten Aminosäuren, welchen außerdem noch Saccharose oder Dextrose zugesetzt wurde, zeigte sich wieder die leichtere Aufspaltbarkeit der Dextrose. Diese Versuche ergaben durchwegs bessere Resultate als jene ohne Zusatz von Zuckerarten. Bokorny hat schon in einer Arbeit (1894) nachgewiesen, daß *Spirogyra* diese drei Aminosäuren verwenden kann, um Stärke zu bilden. Loew und Bokorny (1887) stellten für Asparaginsäure fest, daß dieselbe im Dunkel das Verhungern der Algen hintanzuhalten imstande ist.

Harnstoff.

Harnstoff ist als Nährquelle verwendbar, besonders bei gleichzeitiger Anwesenheit von Zucker. Die besten Resultate ergibt Harnstoff mit Dextrose, dann Harnstoff mit Saccharose, während Harnstoff allein das schwächste Wachstum ergibt. Die Dunkelkulturen zeigen durchwegs bessere Resultate als die Lichtkulturen, die Zellen sind lebhafter gefärbt (Fig. 26, 57).

Salpetersaurer Harnstoff verhält sich in dieser Beziehung umgekehrt. Die Lichtkultur ist im Vorteil. Das Wachstum ist überhaupt ein besseres als in den Versuchen mit Harnstoff (mit und ohne Zucker) (Fig. 53).

Asparagin (Fig. 60 [36]).

Asparagin allein ist fast gänzlich unbrauchbar, im Licht wie im Dunkel; dasselbe gilt von Asparagin mit Saccharose. Dagegen tritt schwaches Wachstum im Licht, besseres im Dunkel bei Kulturen von Asparagin mit Dextrose auf.

Cystococcus wächst gut auf Asparagin (Charpentier, 1903), *Euglena gracilis* ziemlich gut im Dunkel nach Zumstein (1900).

Pepton (Fig. 67, 63).

Die Kulturen auf Peptonagar ergaben sowohl im Licht wie im Dunkel gutes Wachstum bei ausgesprochener Gelbfärbung der Kolonien. Auch hier sind die Zellen der Dunkelkultur lebhafter gefärbt, während in der Lichtkultur eine große Zahl überhaupt farblos erscheint.

Für *Stichococcus* ist Pepton nach Adjaroff, sowie Matruchot und Molliard ein schlechtes Nährmittel. Grintzesco konstatierte für *Scenedesmus*, daß Pepton nicht besser nährt als Nitrate, im Dunkeln sogar langsameres Wachstum eintritt. *Cystococcus* wächst nach Charpentier auf Pepton. *Chlorella* verarbeitet Pepton nach Knörrich (1901) nur in Anwesenheit von Mineralstoffen. *Euglena gracilis* gedeiht nach Zumstein sehr gut auf Pepton.

Zucker (Fig. 21, 68, 17).

Von den verwendeten Zuckerarten ist Dextrose leichter aufspaltbar und ergibt daher besseres Wachstum. Die Dunkelkulturen sind etwas besser als die Lichtkulturen. Saccharose zeigt ganz farblose Zellen im Licht, gelblichgrün gefärbte im Dunkel, Dextrose mehr bräunlich-gelbgrün gefärbte.

Für *Nostoc punctiforme* wies Bouilhac (1897 und 1900) nach, daß er im Dunkeln seine Farbe behält. Gute Wachstumsresultate auch im Dunkel ergaben: Dextrose, Maltose, Saccharose und Stärke; Milchzucker schwaches Wachstum, während schlechte Resultate mit Lävulose, Galaktose, Sorbose, Trehalose, Melezitose, Raffinose, Mannit, Dulcit, Arabinose, Xylose, Dioxyaceton, Perseit, Dextrin und Gummi arabicum erzielt wurden.

Grün bleiben nach Artari und Radais im Dunkeln die gut wachsenden Kulturen von *Chlorella vulgaris* bei Zuckerernährung. Nach Artari ist Dextrose für *Stichococcus bacillaris* die beste Kohlenstoffquelle, was auch Adjaroff bestätigt. Das Ausbleichen im Licht bei Zuckerernährung konnten Matruchot und Molliard für diese Alge ebenfalls bestätigen. Dasselbe Phänomen tritt bei *Scenedesmus acutus* nach Beijerinck bei 12% Maltose auf (im Licht), nach Artari bei *Scenedesmus caudatus* in 3 bis 5% Glykose;[1] Krüger konnte außerdem noch *Chlorothecium* und *Chlorella protothecoides* dieser Liste hinzufügen.

Der Einfluß auf die Art der Färbung, welche verschiedene Stoffe haben, soll später besprochen werden.

Die Möglichkeit der Ernährung verschiedener Algen sowohl mit organischen als anorganischen Nährstoffen wurde oft untersucht. Besonders Beijerinck hat sich mit dieser Frage beschäftigt. Er wies 1898 nach, daß *Chlorella*, *Cystococcus* und

[1] *Cystococcus humicola* bei Glykoseernährung ist im Dunkel grün, geht jedoch in Dauerzustand über (Charpentier, 1902); er verarbeitet auch invert. Zucker, Lävulose und Saccharose wie eine Mucedinee. *Euglena gracilis* wächst nach Zumstein (1900) bei Dextroseernährung gut, mit Saccharose schlecht.

Stichococcus sich sowohl saprophytisch als autotroph ernähren können (»Peptonalgen«).

Artari hat mit den Gonidien von *Xanthoria parietina*, *Gasparinia murorum*, *Stichococcus bacillaris* und anderen Chlorophyceen operiert. Die Flechtengonidien wachsen besser in Nährflüssigkeiten mit organischen Verbindungen, und zwar sowohl im Licht als auch im Dunkel; sie bleiben auch bei Dunkelkultur grün. Insbesondere *Stichococcus* entwickelt sich in Anwesenheit von Pepton, Asparagin, weinsaurem Ammoniak auch im Dunkel lebhaft grün, er wird dagegen bei Kultur mit Leucin und Kalisalpeter blaß oder farblos. Mannit, Milchzucker, Traubenzucker, Lävulose, Maltose, Inulin, Rohzucker ergaben ebenfalls grüne Zellen und gutes Wachstum, Erythrit und Dulcit blasse. Bei Rückübertragung aus letzteren Nährstoffen tritt Ergrünen ein. Matruchot und Molliard konstatieren, daß Glykosen sehr nährend sind, Gummi, Dextrin, Glyzerin und Mannit einfach ernährend, die Saccharosen, Pepton, Inulin und Stärke schlechte Nährmittel sind. Die vorliegenden Versuche bestätigen diese Resultate zum Teil.

Die beiden vorgenannten Forscher fanden auch für *Stichococcus*, daß diese Alge in 3 % Glyzerin wenig Chlorophyll entwickelt, die Zellen fast farblos werden.

Prototheca Zopfii und *Chlorothecium saccharophilum* sind ebenfalls gut kultivierbar mit Pepton, Asparagin und Ammoniakverbindungen. *Scenedesmus* wird in stärkeren Glyzerinlösungen ebenfalls farblos. Am schnellsten und üppigsten wächst *Stichococcus* in relativ starken Lösungen von Pepton, Ammoniakverbindungen und Zuckern, in letzteren auch im Dunkel Chlorophyll bildend. Ähnlich verhalten sich die Gonidien von *Xanthoria parietina*, während *Scenedesmus* schwächere Lösungen bevorzugt.

Nach Zumstein ist der Nährwert für *Euglena gracilis* in absteigender Ordnung: Pepton, Asparagin, Dextrose, Saccharose.

Eine sehr große Versuchsreihe über die Verwendbarkeit von organischen Verbindungen verdanken wir Treboux, welcher 40 Arten Algen untersuchte. Er verwandte Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Milchsäure, Buttersäure, Valeriansäure,

Oxalsäure, Bernsteinsäure, Apfelsäure, Weinsäure und Zitronensäure, und zwar in der Form des Kaliumsalzes als Zusatz zu einer Nährlösung; außerdem die brauchbaren Säuren auch als Ammoniumsalze. Ferner die Aminosäuren: Glykokoll, Alanin, Leucin, Tyrosin, Asparagin und Asparaginsäure. Die Konzentration betrug 0·05 bis 0·1%. Es stellte sich heraus, daß die Essigsäure gut verwendbar ist. Es waren sonst sehr große Verschiedenheiten zu bemerken. *Scenedesmus* und *Coelastrum* gedeihen auch mit milchsauren Salzen, *Euglena* mit Buttersäure, *Stichococcus* mit Zitronensäure. Die Ammoniumsalze sind fast gleich gut. Weniger gut sind die Aminosäuren brauchbar. *Chlorella* wächst mit allen, *Scenedesmus* mit Glykokoll, *Stichococcus* mit Leucin, *Scenedesmus acutus* und *Coelastrum* mit Alanin. Treboux spricht die Ansicht aus, daß der Nährwert der Aminosäuren und Amide in der Regel von den Ammoniumsalzen übertroffen wird (siehe auch p. 534).

Adjaroff glaubt, daß bei organischer Ernährung C wichtiger ist als N.

Die Möglichkeit mancher Organismen, sich sowohl saprophytisch wie auch autotroph zu ernähren, hat Ludwig bewogen, eine eigene Gruppe, die Caenomyceten, zu begründen. Sie umfaßt Formen, welche je nach der Art der Ernährung als Algen oder Pilze angesprochen werden können. Die im Freien vorkommende var. *cavernarum* unserer *Gloeothece rupestris* stellt eine solche farblos gewordene Form dar, deren künstliche Kultur unter geeigneten Bedingungen gezeigt wurde.

9. Einfluß des Lichtes.

Der Einfluß des Lichtes äußert sich in mehrfacher Weise. Es werden folgende Verhältnisse beeinflußt: die Wachstumsintensität, die Größe der Zellen, die Färbung des Zellinhaltes (Ausbildung der Assimilatoren), die Hüllgallerte und Hüllmembran.

Die Wachstumsintensität ist bei einer großen Anzahl von Versuchen (25) im Licht und Dunkel gleich. Bei 15 Versuchen sind die Lichtkulturen, bei der gleichen Anzahl die Dunkelkulturen begünstigt.

Besseres Wachstum im Licht		Besseres Wachstum im Dunkel	
Versuch:		Versuch:	
1.	Molisch-Nährlösung	8.	1 % Molisch auf Gips
2.	Ca-frei	11.	Ca-frei nach Oehlmann
4.	N-frei	20.	Chlormagnesium
6.	S-frei	23.	Natriumnitrat
7.	Fe-frei	26.	Ammoniumnitratagar
9.	1 % Molisch auf Gips	27.	Calciumnitrat
12.	Ca-frei nach Oehlmann auf Gips	30.	Ammoniumnatriumphosphat
14.	Molisch + Eisenchlorid auf Gips	31.	Ammoniummagnesiumphosphat
16.	Molisch + Eisenalaun auf Gips	33.	Ammoniumbiphosphat auf Gips
18.	Molisch + Chlormagnesium aus Gips	36.	Dextrose
19.	Molisch + Ammoniumnitrat	40.	Harnstoff + Saccharose
24.	Magnesiumnitrat	43.	Asparagin + Dextrose
25.	Ammoniumnitrat	45.	Asparaginsäure
32.	Ammoniumbiphosphat	48.	Glykokoll
58.	Leitungswasser	53.	Tyrosin + Saccharose

Gleiches Wachstum im Licht und Dunkel weisen die Versuche: 3, 5, 10, 13, 15, 17, 21, 22, 28, 29, 34, 35, 37, 38, 39, 41, 42, 44, 46, 47, 49, 50, 51, 52, 54 auf (siehe Tabelle p. 527).

Beim Vergleich der beiden ersten Reihen sehen wir, daß das Substrat unbedingt einen Einfluß ausübt; ein Drittel der Kulturen, welche im Lichte besser gedeihen, sind Gipskulturen. Ferner sind die Versuche mit vollständiger Molisch-Nährlösung und Zusätzen sowie diejenigen, bei welchen ein Element fehlt, bevorzugt. Magnesiumnitrat und Ammoniumnitrat sowie Ammoniumbiphosphat wachsen ebenfalls besser im Lichte. Daß der Versuch mit Leitungswasser dasselbe Resultat hat, ist nicht auffällig. Es ist jedoch sofort auffallend, daß unter den vom Lichte begünstigten Versuchen kein einziger sich befindet mit einer Kohlenstoffverbindung.

Eine ganz verschiedene Zusammensetzung hat die andere Reihe, bei welcher die Dunkelkulturen besseres Wachstum zeigen als die Lichtkulturen. Sechs Versuche betreffen organische Verbindungen, drei Phosphate, drei Nitrate, die restlichen drei: $1^0/_0$ Molisch auf Gips, Ca-frei nach Oehlmann und Chlormagnesium. Die Tatsache, daß organische Verbindungen besseres Wachstum im Dunkel ergeben als im Licht, wurde schon des öfteren festgestellt. Schimper's Ansicht (1885), daß die grünen Algen nicht des Lichtes zur Chlorophyllbildung bedürfen, ist jedenfalls zu weitgehend und wurde von Bittner (1905) zurückgewiesen. Es ist bereits an anderer Stelle (p. 541) darauf hingewiesen worden, daß isolierte Flechtengonidien, *Stichococcus, Scenedesmus, Chlorella* u. a. im Dunkel bei geeigneter Ernährung und richtiger Konzentration Chlorophyll ausbilden.

Bei den Phosphaten ist bemerkenswert, daß Ammoniumbiphosphat, in Flüssigkeit dargereicht, im Lichte bessere Resultate gibt, während die Gipskultur dies in Dunkelheit tut. Von den Nitraten ist Ammoniumnitrat in Flüssigkeit im Lichte, dagegen auf Agar im Dunkel günstiger. Natriumnitrat- und Calciumnitratkulturen wachsen ebenfalls besser im Dunkel. Das bessere Wachstum im Dunkel bei den Versuchen mit der Ca-freien Nährlösung nach Oehlmann dürfte ebenfalls auf die Anwesenheit von Natriumnitrat zurückzuführen sein. Bei einer Reihe von Versuchen ist der Einfluß des Substrates (Gipsplatten) ein sehr großer und dürfte den Einfluß des Lichtes übersteigen.

Die morphologischen Verhältnisse erfahren folgende Veränderungen:

Die Größe der Zelle wird bei den in Betracht kommenden 46 Versuchen 16mal bei den Lichtkulturen im positiven Sinne beeinflußt, bei 24 Versuchen zeigen die Licht- und Dunkelkulturen dieselbe Größe und nur bei sechs Versuchen weisen die Dunkelkulturen größere Zellen auf; es kommen jedoch bei drei der letzteren Gruppe auch Zellen zwischen den größeren vor, welche unter das Maß der Zellgröße der Lichtkulturen herabgehen (bei Versuch 17, 18, 19).

Die Zugehörigkeit dieser Versuche zeigt ein sehr gleichmäßiges Verhalten bei den organischen Verbindungen; mit sehr wenig Ausnahmen sind die Zellen bei Licht- und Dunkelkulturen gleich groß. Die Vergrößerung der Zellen in der Dunkelkultur bei Molisch + Eisenalaun (auf Gips), Saccharose-Agar und Tyrosin + Dextrose ist nicht verständlich, wenn nicht Quellungserscheinungen vorliegen. Die Vergrößerung der Zellen im Licht und damit der assimilierenden Fläche dürfte in erster Linie der größeren Ausnützung des Lichtes dienen; wenn die Ernährungsbedingungen sonst keine sehr günstigen sind, wird auf diesem Weg ein erhöhter Nutzeffekt erzielt werden.

Wichtiger und auffälliger als diese Resultate ist die Reaktion der Membran und Gallerte auf das Licht. Bei den hier in Betracht kommenden 43 Versuchen ist bei keinem einzigen die Gallerte oder die Hüllmembran in der Dunkelkultur stärker entwickelt als in der Lichtkultur. 23 Versuche zeigen gleiches Verhalten im Licht und Dunkel. Auch hier fallen wieder sofort die Versuche mit organischen Verbindungen auf; wie oben konstatiert, bleiben die Größenverhältnisse der Zellen bei diesen Versuchen im Licht und Dunkel dieselben.

Dasselbe Verhalten tritt bezüglich der Ausbildung der Gallerte und Membran auf (Ausnahme Nr. 35, 37, 47). Bei den anderen Versuchen ist regelmäßig die Gallerte oder Hüllmembran in der Lichtkultur stärker entwickelt. Die extremsten Fälle sind die Versuche, bei welchen in der Lichtkultur mächtige mehrschichtige Hüllen vorhanden sind, während die Dunkelkultur solcher entbehrt. Hierher gehören die Versuche Nr. 11 (Fig. 34 und 41), 24 (Fig. 33 und 27), 28 (Fig. 35 und 4), 33 (Fig. 38 und 6), 58 (Fig. 32 und 10); besonders die drei letztgenannten Versuche ergeben ein außerordentlich deutliches Verhalten gegenüber dem Licht, es wird gegen zu intensive Beleuchtung ein Schutz angebracht durch verstärkte Ausbildung von Membran und Gallerthülle. Alle fünf aufgeführten Versuche gehören der anorganischen Reihe an. Während bei den meisten Fällen der Schutz gegen zu helle Beleuchtung durch starke Entwicklung von ungeschichteter Gallerte erreicht wird, ist in den oben aufgeführten Fällen eine mehr

weniger stark ausgeprägte Schichtung zu sehen. Die extremste Ausbildung zeigt die Ca-freie (nach Oehlmann) Kultur, bei welcher sehr kräftige konzentrische Gallerthüllen ausgebildet werden. Bei der Ammoniumbiphosphatkultur wird der Lichtschutz außer durch die starken Gallertschichten noch durch dicke Hüllmembranen hervorgerufen. Diese Verdickung der Hüllmembran ist in einer Reihe weiterer Fälle zu finden, so bei Versuch 47 (Fig. 37), 16 (Fig. 19); seltener findet eine starke Verdickung der Zellhaut, respektive Bildung einer der Zellhaut dicht anliegenden Gallertschicht statt (Versuche 20 [Fig. 62], 57 [Fig. 23]).

10. Einfluß der Wärme (Fig. 54, 9, 23).

Um den Einfluß der Temperatur auf die Entwicklung und Form festzustellen, wurden Kulturen mit Molisch-Nährlösung auf Gipsplatten einer konstanten Temperatur von 25° C. und 30° C. ausgesetzt. Zum Vergleich dienten Kulturen im Laboratorium bei gewöhnlicher Zimmertemperatur (17 bis 18° C.) und eine Kultur im Kalthaus, in welchem im Winter und Frühjahr meist 6 bis 10° C. herrschten, später aber höhere Temperaturen auftraten. Die Kulturen wuchsen alle sehr gut. Das makroskopische Aussehen derselben ist jedoch ein sehr verschiedenes. Während die Laboratoriumskultur zusammenhängende Massen von dunkelgrüner Farbe bildet, tritt bei 25° und noch mehr bei 30° Auflösung in zahlreiche punktförmige (stecknadelkopfgroße) Aggregate auf; bei 25° sind dieselben dunkelgrün, bei 30° fast schwarz. Die mikroskopischen Verhältnisse zeigen ebenfalls die Tendenz der Verkleinerung der Familien bei gleichzeitiger Vergrößerung der Einzelzelle. Bei 30° sind die Zellen zu 6 μ überwiegend, außerdem treten fortschreitend immer mehr Cyanophycinkörner auf. Die Farbe ist in letzterem Falle lebhaft dunkelblaugrün, bei 25° trüb blaugrün. Die Membranen sind bei 30° etwas stärker entwickelt. Die Glashauskultur ergab ein Resultat, welches auf die Entstehung der in Warmhäusern so häufig auftretenden Klumpen von verschiedenen *Gloeocapsa*-Arten und Verwandten einiges Licht wirft. Von derselben Kultur abgeimpft wie die vorigen,

war diese Kultur dem Wechsel der Temperatur eines Kalthauses, wie er durch die Sonneneinwirkung hervorgerufen wird, sowie dem intensiven Licht eines Glashauses durch Monate hindurch ausgesetzt. Das Resultat waren bräunlichgrüne Klumpen, aus meist zweizelligen Familien bestehend, mit ziemlich großen Gallerthüllen, welche meist gelblich gefärbt waren. Der Zellinhalt ist gelblichgrün. Die Ursache dieser Veränderung dürfte wohl in obigen zwei Faktoren zu suchen sein.

Radais (1900) hat einen Versuch mit *Chlorella* auf festem Nährboden der Verdunklung ausgesetzt; die Zellen wurden farblos. Wurde nun die Kultur einer Temperatur von 25°, ebenfalls im Dunkel, ausgesetzt, so ergrünen die Zellen wie am Licht.

Nach Beijerinck (1893) degeneriert *Scenedesmus acutus* durch Wärme.

Zumstein (1900) konstatierte für *Euglena gracilis*, daß sie bei 24° C. schneller wuchs als bei 16° und 30° C.

11. Einwirkung des Substrates, respektive des Mediums; Gallertausbildung.

Bei den meisten Schizophyceen scheint das Substrat, respektive das Medium, in oder auf welchem dieselben gedeihen, eine sehr große Rolle zu spielen. Es ist bei Aufstellung von Kulturen immer zu berücksichtigen, ob die betreffende Pflanze normalerweise im Wasser oder auf festem Substrat lebt. Für Versuchszwecke ist stets die Nährflüssigkeit allein angewendet, die vorteilhafteste Art der Kultur, weil sie die Fehlerquellen, welche die Einschaltung eines festen Substrates meist mit sich bringt, eliminiert. Es treten dafür aber morphologische Veränderungen auf, welche nicht unberücksichtigt bleiben dürfen und welche durch Parallelversuche festgestellt werden müssen.

Bei den vorliegenden Versuchen wurden als feste Böden einerseits Agar-Agar, andrerseits Gipsplatten verwendet.

Bei Vergleich von Kulturen in Nährflüssigkeit mit solchen auf festen Substraten (Gipsplatten oder Agar) ergibt sich bei einigen ein ausgesprochen günstigeres Resultat auf den festen

Substraten, worauf bereits früher mehrfach hingewiesen wurde; besonders gilt dies bei der Molisch'schen Nährlösung.

Diese ergibt im Licht:

in Flüssigkeit	ziemlich schwaches	Wachstum.
auf Agar	gutes	
» Gips.........	sehr gutes	

Das feste Substrat Gips hat im Lichte das beste Resultat erzielt, an zweiter Stelle kommt Agar und erst dann die Nährlösung. Im Dunkeln sind die Verhältnisse verschieden. Die Nährlösung nimmt hier eine Mittelstellung ein.

Auch von den anderen Kulturen, welche als Parallelversuche auf Gipsplatten angestellt wurden, ergaben Nr. 14, Molisch+Eisenchlorid; Nr. 16, Molisch+Eisenalaun; Nr. 18, Molisch+Chlormagnesium; Nr. 21, Chlormagnesium, besseres Wachstum auf Gips als in Nährlösung; eine Ausnahme machen die Versuche Nr. 28, Calciumnitrat, und Nr. 33, Ammoniumbiphosphat, welche schlechteres Wachstum im Licht aufweisen, wobei die letztere Verbindung im Dunkeln auf Gips ein gleich gutes Wachstum aufweist wie in Flüssigkeit im Licht. Besonders günstiges Wachstum wiesen die Kulturen auf Gipsplatten bei 25° und 30° C. auf sowie im Glashaus. Auch die Kulturen auf Agar: Nr. 26, 29 sowie 35 bis 37 sind als günstig zu bezeichnen. Nach dem angeführten Versuche kann mit Sicherheit auf einen günstigen Einfluß des festen Substrates auf die Kulturresultate geschlossen werden.

Die Größe der Zellen ist bei Parallelversuchen auf dem festen Substrat wenigstens gleich groß, meistens jedoch vergrößert, z. B. Versuch Nr. 12, 14, 18, 21, 28.

In enger Beziehung steht damit die Frage nach der Ausbildung der Gallerte. Im allgemeinen wird die Ausbildung der Gallerthülle durch Kultur im flüssigen Medium stark gefördert, insbesondere die Lösung der Verbände. Die Versuche in 1⁰/₀ Molisch-Nährlösung, Ca-frei nach Oehlmann, Molisch+Chlormagnesium, Chlormagnesium weisen stärkere Gallertbildung auf in dem flüssigen Medium als auf Gipsplatten. Die Versuche einer anderen Gruppe: Molisch-Nährlösung mit Eisensalzen, Calciumnitrat und Ammoniumbiphosphat haben stärkere

Gallertausbildung auf Gipsplatten. Es sind jedoch diese beiden Endresultate nicht auf gleiche Ursachen zurückzuführen. Die letztgenannten Versuche verdanken ihre starke Gallerte Quellungserscheinungen infolge der Anwesenheit der betreffenden Verbindung; diese Verbindungen rufen immer kolloidale Zustände bestimmter Dichte hervor, wie bei Laboratoriumsversuchen nachgewiesen wurde, während bei den Kulturen in Nährflüssigkeiten, wie sie die erste Reihe zeigt, in erster Linie die lösende, »lockernde« Erscheinung des Wassers in Betracht kommt, wie bei den verschiedensten Versuchsanordnungen festgestellt werden kann. Es ist selbstverständlich, daß es hier ebenfalls kolloidale Wirkung ist. Im einen Fall aber spielt die Hauptrolle das Wasser, im anderen die verwendete chemische Verbindung. Die genaue Untersuchung dieser Verhältnisse lag nicht in der Absicht der vorliegenden Arbeit. Die Gallerte der Schizophyceen ist ein Hydrogel und noch fast ganz unbekannt. Es sei hier nur auf die neueren Arbeiten über Kolloide hingewiesen, insbesondere auf eine Arbeit von W. Pauli in den Ergebnissen der Physiologie, in welcher der Autor den Stand der Kenntnisse über die Wechselbeziehungen zwischen organischen Gallerten und Kristalloiden darlegt. Correns hat in seiner Arbeit über Dickenwachstum durch Intussuszeption bei einigen Algenmembranen (Flora, 47, 1889, p. 298) die Ansicht ausgesprochen, daß bei *Gloeocapsa* das Wachstum durch Apposition ausgeschlossen sei, sondern lediglich durch Intussuszeption erfolge. Die Hüllmembranen sind bei älteren Familien dicker. Schon Nägeli (Stärkekörner, p. 281 ff.) hat darauf hingewiesen. Nach Correns erfolgt keine Quellung auf Quellungsmittel. Letztere Angabe ist wohl nicht aufrecht zu erhalten. Die verschiedenen Kulturen zeigten deutlich eine wechselnde Dicke der Hüllmembranen, welche in erster Linie auf Quellungserscheinungen zurückzuführen ist. Die Nitrate, Phosphate sowie die organischen Verbindungen zeigten sehr starke Gallertbildung und teilweise auch gleichzeitig starke Membranverdickung.

Es muß einer speziellen Arbeit überlassen bleiben, die Wirkung isosmotischer Lösungen auf unsere Schizophycee genau festzustellen.

Es ließ sich abgesehen von den mehr weniger normalen Bildungen eine deutliche Unterscheidung der Versuche in zwei Gruppen machen, von denen die eine vermehrte Gallertausbildung, die andere verstärkte Ausbildung der Hüllmembran zeigte.

Der ersten Gruppe gehören die Versuche an: 3*L*, 8*L*, 8*D*, 11*D*, 17*L*, 17*D*, 20*D*, 22*L*, 22*D*, 27*L*, 29*L*, 30*D*, 31*D*, 32*L*, 32*D*, 33*L*, 38*L*, 39*D*, 41*D*, 47*L*, 48*L*, 52*D*, 55*L*.

Der zweiten sind zuzuzählen: 11*L*, 12*L*, 14*L*, 19*D*, 21*L*, 24*L*, 28*L*, 58*L*. Von letzteren sind die Hälfte Gipskulturen, auch ist bemerkenswert, daß mit einer Ausnahme alles Lichtkulturen sind.

Aus der Literatur sei nur auf zwei Angaben hingewiesen, welche sich mit dem Einflusse des Mediums befassen. Einerseits auf den Befund Artari's (1892), welcher bei Kultur von *Gloeocystis Naegeliana* in Wasser fand, daß eine Auflösung des »geschachtelten Systems« bis zum Verschwinden desselben eintritt. Auf Lehm und Torf sowie in Nährlösung tritt dieses Phänomen nicht auf, bei größerer Konzentration, respektive trockenerer Kultur werden Zellkomplexe gebildet, welche keine Gallerte aufweisen, sondern nur aus verklebten Zellen bestehen. Die zweite Arbeit ist die mehrfach zitierte von Brand über *Gloeocapsa alpina*, der in ausführlicher Weise auf den großen Einfluß des Substrates, respektive Mediums hinweist (vgl. das p. 508 über die verschiedenen Zustände Gesagte).

Wenn wir die Versuchsresultate mit den von Brand aufgestellten Zuständen bei *Gloeocapsa* vergleichen, finden wir, daß fast alle von ihm beschriebenen Stadien sich wieder hier bei *Gloeothece rupestris* finden, mit Ausnahme des als Status perdurans, »Sporen«, beschriebenen, welchen ich nicht fand. Es soll damit jedoch nicht gesagt sein, daß unsere Art diesen Status nicht aufweisen kann.

12. Größe der Zellen.

Die Größenverhältnisse der Zellen ohne Gallerthüllen bewegen sich in weiten Grenzen, wenn sämtliche Versuche betrachtet werden. 2·5 μ wurde als kleinstes, 9 μ als größtes

Maß gefunden. Die Lichtkulturen bewegen sich zwischen 3 bis 9 μ, die Dunkelkulturen zwischen 2·5 bis 8 μ, also zirka 1 μ Differenz.

Von 47 Versuchen, welche einen Vergleich der Licht- und Dunkelkulturen zulassen, weisen 26 gleiche Maße auf, 18 ergaben größere Zellen im Licht und nur bei drei Versuchen ist eine Vergrößerung im Dunkel zu konstatieren.

Die Tabelle auf p. 552 und 553 gibt ein Bild über die konstatierten Verhältnisse. Die Versuche zeigen sehr deutlich, daß die normale Größe von *Gloeothece rupestris* 4·5 bis 5 μ ist, über welche Grenze hinauf nur wenige Versuchsresultate gehen. Die Tendenz zur Vergrößerung durch Wärme ist eklatant ausgedrückt. Auffallen muß auch die fast vollständige Gleichheit der Größenverhältnisse bei den Versuchen mit organischen Verbindungen, von welchen nur die Versuche mit Saccharose und Tyrosin eine Ausnahme machen. Das Maximum der Zellgröße ergibt Chlormagnesium (L.) (Fig. 24).

13. Zellinhalt.

Der Zellinhalt zeigt in den verschiedenen Kulturen ein sehr verschiedenes Aussehen. Der Umstand, daß die Schizophyceen keine geformten Chromatophoren wie die Algen besitzen, erschwert die Feststellung des Einflusses verschiedener Bedingungen sehr. Es erübrigt fast nur die Farbe, welche der Zellinhalt zeigt.

Die Tabelle p. 554 bis 557 weist auf den ersten Blick auf, daß gewisse Farbentöne häufiger sind als andere. Es sind zwei Richtungen in der Ausbildung der Farbstoffe zu unterscheiden. Die eine Reihe umfaßt die dem Chlorophyllgrün verwandten, die andere die als Cyanophyceengrün bekannten Farbentöne. Beide Reihen sind von voller Ausbildung durch alle Zwischenstufen bis zur Farblosigkeit herab zu verfolgen. Blaßbläulichgrün und Blaßgelblichgrün sind die beiden am häufigsten vorkommenden Farben. Der Farbenton der Schizophyceen soll bekanntlich durch die Anwesenheit wechselnder Mengen von Chlorophyll, Cyanophycin und Karotin bedingt sein. Außer der Ernährung spielt das Licht die entscheidende Rolle.

Größe der Zellen.

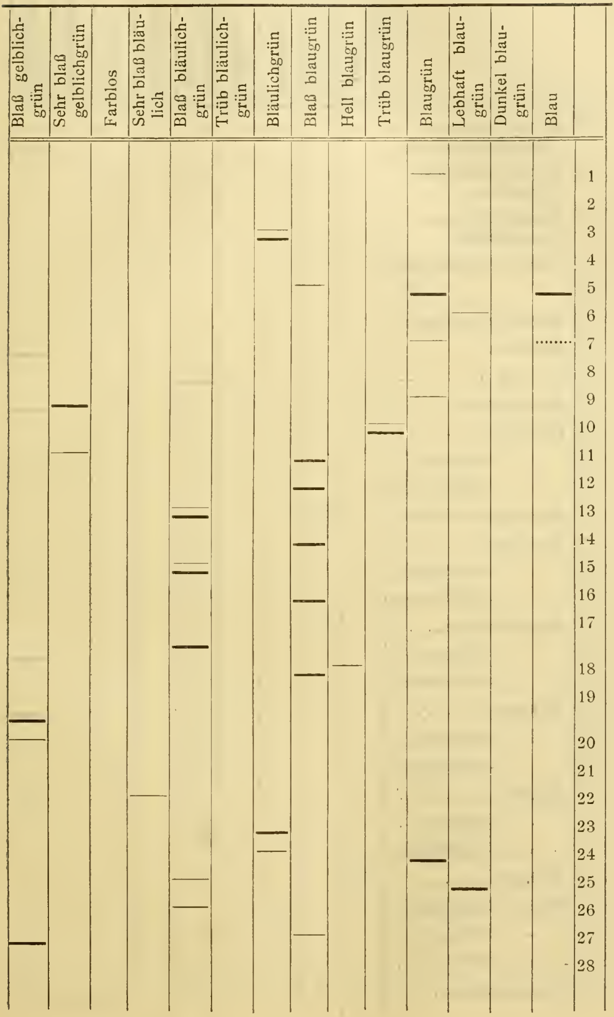
		2·5	3	3·5	4	4·5	5	5·5	6	6·5	7	8	9
1	1/2 % Molisch					—	—	—	—	—			
2	Ca-frei					—	—	—	—	—	—		
3	Mg-frei					—	—	—	—	—	—		
4	N-frei										—	—	
5	K-frei				—	—	—						
6	S-frei						—	—	—	—	—		
7	F-frei			—	—	—	—						
8	1 % Molisch-Lösung					—	—						
9	» G.					—	—	—	—				
10	» A.			—	—	—	—						
11	Ca-frei nach Oehlmann					—	—	—	—				
12	» G.					—	—	—	—	—	—		
13	Molisch + Eisenchlorid					—	—						
14	» » G.					—	—	—	—	—	—		
15	Molisch + Eisenalaun				—	—	—						
16	» » G.						—	—	—	—	—		
17	Molisch + Chlormagnesium					—	—	—					
18	» » G.		—	—	—	—	—	—	—	—	—		
19	Molisch + Ammoniumnitrat	—	—	—	—	—	—						
20	Chlormagnesium					—	—						
21	» G.					—	—	—	—	—	—	—	—
22	Kaliumnitrat					—	—	—					
23	Natriumnitrat					—	—	—					
24	Magnesiumnitrat		—	—	—	—	—	—	—				
25	Ammoniumnitrat		—	—	—	—	—						
26	» A.			—	—	—	—						
27	Calciumnitrat			—	—	—	—						
28	» G.					—	—	—	—	—	—		
29	Ammoniumnitrat + Schwefelammonium A.		—	—	—	—	—				.....		
30	Ammoniumnatriumphosphat			—	—								

		2·5	3	3·5	4	4·5	5	5·5	6	6·5	7	8	9
31	Ammoniummagnesiumphosphat		—	—	=	=	=						
32	Ammoniumbiphosphat			=	=	=	=						
33	» G.		—	—	—	=	–						
34	Ammoniumcarbonat												
35	Pepton A.					—	=	·····					
36	Dextrose A.			=	=	=	=						
37	Saccharose A.					–	=	—	—	—	—		
38	Harnstoff			=	=	=	=						
39	» +Dextrose					=	=						
40	» +Saccharose			=	=	=	=						
41	Salpetersaurer Harnstoff				=	=	=						
42	Asparagin			=	=	=	=						
43	» +Dextrose				=	=	=						
44	« +Saccharose			=	=	=	=						
45	Asparaginsäure			—	—	—	—						
46	» +Dextrose			=	=	=	=						
47	» +Saccharose			=	=	=	=						
48	Glykokoll			=	=	=	=						
49	» +Dextrose			=	=	=	=						
50	» +Saccharose			=	=	=	=						
51	Tyrosin						=	=	=				
52	» +Dextrose					=	=	—	—				
53	» +Saccharose	—	=	=	=	=	=						
54	Methylal				=	=	=						
55	Molisch, Glashaus, G.					–	–						
56	» 25°, G.					–	–	–					
57	» 30°, G.					–	–	–	–				
58	Leitungswasser					=	=	=	=				

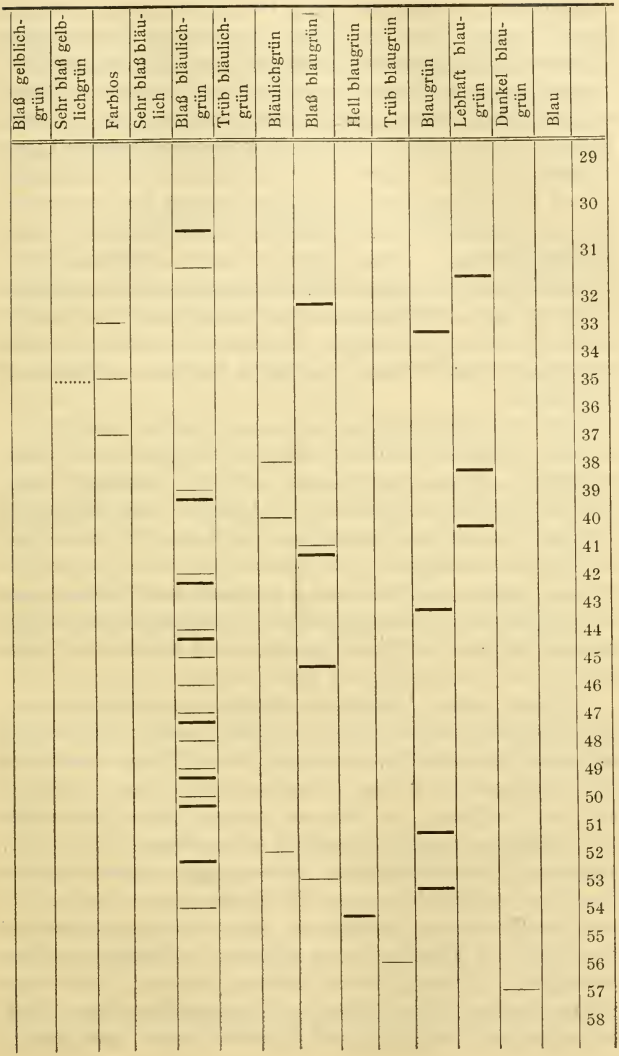
Färbung des

		Tief dunkelgrün	Chlorophyllgrün	Hellgrün	Blaßgrün	Bräunlichgelbgrün	Blaß grünlich	Gelbgrün	Blaß gelbgrün	Gelblichgrün
1	$^1/_2$% Molisch									
2	Ca-frei		—					—		
3	Mg-frei									
4	N-frei							—		
5	K-frei									
6	S-frei									
7	F-frei									
8	1% Molisch-Lös.									— ▬
9	» G.									
10	» A.									
11	Ca-frei n. Oehlmann.									
12	» » G.							— ▬		
13	Molisch+Eisenchlorid.									
14	» » G.		—	—						
15	Molisch+Eisenalaun.									
16	» » G.				—					
17	Molisch+Chlormagnesium									—
18	» » G.									
19	Molisch+Ammoniumnitrat								—	
20	Chlormagnesium									▬
21	» G.									— ▬
22	Kaliumnitrat									▬
23	Natriumnitrat									
24	Magnesiumnitrat									
25	Ammoniumnitrat									
26	» A.	▬								
27	Calciumnitrat									
28	» G.		▬					— ▬		

Zellinhaltes.



		Tief dunkelgrün	Chlorophyllgrün	Hellgrün	Blaßgrün	Bräunlichgelbgrün	Blaß grünlich	Gelbgrün	Blaß gelbgrün	Gelblichgrün
29	Ammoniumnitrat + Schwefelammon. A. .						—			━
30	Ammoniumnatriumphosphat									
31	Ammoniummagnesiumphosphat									
32	Ammoniumbiphosphat						—			
33	» G..									
34	Ammoniumcarbonat ..									
35	Pepton A.									━
36	Dextrose A..........					═				
37	Saccharose A........									━
38	Harnstoff									
39	» + Dextrose ..									
40	» + Saccharose									
41	Salpetersaurer Harnst.									
42	Asparagin									
43	» + Dextrose ..									—
44	» + Saccharose									
45	Asparaginsäure									
46	» + Dextrose ..									━
47	» + Saccharose									
48	Glykokoll...........									━
49	» + Dextrose ..									
50	» + Saccharose									
51	Tyrosin									—
52	» + Dextrose ...									
53	» + Saccharose .									
54	Methylal............									
55	Molisch, Glashaus, G..									—
56	» 25° C., G....									
57	» 30° C., G....									
58	Leitungswasser									—


Blaß gelblich-grün
Sehr blaß gelblichgrün
Farblos
Sehr blaß bläulich
Blaß bläulich-grün
Trüb bläulich-grün
Bläulichgrün
Blaß blaugrün
Hell blaugrün
Trüb blaugrün
Blaugrün
Lebhaft blau-grün
Dunkel blau-grün
Blau
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58

Ammoniumbiphosphat auf Gips, Pepton und Saccharose ergaben farblose Zellen im Lichte. Die anderen Extreme sind einerseits durch Ammoniumnitrat auf Agar (tief dunkelchlorophyllgrün) und andrerseits durch die K-freie Nährlösung (blau) hervorgerufen; letztere wohl ein Krankheitsprodukt. In beiden Fällen sind es Dunkelkulturen; die korrespondierenden Lichtkulturen sind blaß blaugrün und blaß bläulichgrün. 16 Versuche zeigen im Licht und Dunkel gleiche Färbung des Zellinhaltes. Es sind dies die Versuche: Mg-frei, 1% Molisch-Nährlösung, Molisch-Nähragar, Ca-frei nach Oehlmann, Molisch + Eisenchlorid, Molisch-Eisenalaun, Chlormagnesium auf Gips, Calciumnitrat auf Gips, Dextrose-Agar, Harnstoff + Dextrose, salpetersaurer Harnstoff, Asparagin, Asparagin + Saccharose, Asparaginsäure + Saccharose, Glykokoll + Dextrose, Glykokoll + Saccharose.

Bei einer Reihe von Versuchen ist es die Dunkelkultur, die stärkere blaugrüne Färbung zeigt, so beispielsweise Magnesiumnitrat, Ammoniumbiphosphat auf Gips, Harnstoff, Harnstoff mit Saccharose, Asparagin mit Dextrose, Asparaginsäure, Tyrosin, Tyrosin mit Saccharose, Methylal. Es wurde auf dieses Phänomen schon früher hingewiesen (siehe p. 544). Die meisten gehören den Versuchen mit organischen Verbindungen an. Die Versuche mit anorganischen Verbindungen zeigen eine bessere Färbung im Lichte, besonders bei Molisch auf Gips, Molisch mit Chlormagnesium, Calciumnitrat.

Welch großen Einfluß die Ernährungsbedingungen auf den Zellinhalt ausüben, zeigen Versuche, welche Beijerinck mit einer *Chlorella* 1904 vornahm. Diese Pflanze wurde in ihrer farblosen Form (zur Pilzgattung *Prototheca* gerechnet) aus dem Saftflusse von Bäumen isoliert. Durch Überimpfen und Weiterzucht auf Biergelatine ergab diese Form grüne, gelbe und farblose Individuen, hervorgerufen durch verschiedene Ernährungsbedingungen. Für *Stichococcus* geben Matruchot und Molliard folgendes an: Bei Ernährung mit Saccharose bleibt die Färbung weiter erhalten, bei Pepton wird sie olivengrün, Glykosen färben gelblich, Dextrin, Inulin und Stärke bläulich. Es ist hierbei noch zu berücksichtigen, daß bei Algen die Ausbildung der Chromatophoren noch hinzu-

kommt, in erster Linie die Größe, was bei Schizophyceen wegfällt.

So hat Zumstein bei *Euglena gracilis* gefunden, daß in Dunkelkulturen die Chromatophoren als kleine Leukoblasten vorhanden sind, welche im Licht ergrünen. Bei reicher organischer Ernährung unterbleibt dies.

14. Formänderung und Anpassung.

Es existieren wenig Angaben über Formänderungen bei niederen Algen oder Schizophyceen, durch äußere Einflüsse hervorgerufen. Die meisten Autoren konstatierten nur die Möglichkeit oder Unmöglichkeit der Benutzung eines Stoffes für Ernährung, ohne sich um etwa auftretende Veränderungen im morphologischen Aufbau zu kümmern.

Für eine in dem Salzgewinnungsbassin der Salinen lebende Schizophycee, welche den sogenannten »Filz« bildet, *Microcoleus chtonoblastus*, stellte Cavara fest, daß diese Pflanze Konzentrationen von $^1/_{40}$normalem Meerwasser (zirka 3·6° Baumé) bis 8° Baumé verträgt. In hypertonischen Lösungen werden Dauerzellen gebildet. Bei Konzentration tritt Plasmolyse ein. Es ist verständlich, daß eine Pflanze, welche an so außerordentlich exponierter Stelle vorkommt, wie es ein Salinenbassin darstellt, große Anpassungsfähigkeit haben muß, um existieren zu können.

A. Richter hat 1892 mit *Oscillatoria Froelichii* Anpassungsversuche an NaCl gemacht. Er fand, daß durch stärkeren NaCl-Gehalt der Kulturflüssigkeit sich die Zellen vergrößerten; die Zellen, welche ursprünglich 15 bis 16 μ hatten, erreichten schließlich eine Größe von 36 μ.

5% NaCl verursachte Bildung kugeliger, dauersporenähnlicher Gebilde. Wurde die Konzentration zu rasch gesteigert, so trat Gelblichfärbung des Inhaltes ein, welche jedoch bei längerer Kulturdauer wieder verschwand, um der ursprünglichen Färbung Platz zu machen. *Anabaena flos-aquae* vertrug keine so hohen Konzentrationen und zeigte außer starker Verquellung der äußeren Membranschichten starke Abplattung der einzelnen Zellen. Richter stellte noch Versuche mit

Stichococcus, *Tetraspora*, *Zygnema*, *Cladophora* und *Chlorella* an und kommt zur Ansicht, daß je höher die Organisation einer Art sei, um so schwerer die Anpassung erfolge. Stets sah er eine Vergrößerung der Zellen bei höherer Konzentration; es erfolgt jedoch bei den verschiedenen Arten bei für die einzelnen Arten konstantem Konzentrationsgrad ein Stillstand in der Vergrößerung, womit jedoch nicht die Grenze der Kulturmöglichkeit erreicht ist. Artari hat gefunden, daß *Chlorococcus infusionum* sowie *Chlorella vulgaris* kaum variabel sind, *Stichococcus bacillaris* bedeutend mehr, am stärksten jedoch *Scenedesmus*. *Chlorella vulgaris* wurde auch von Grintzesco bearbeitet. Grintzesco hat für *Sc. acutus* festgestellt, daß je nach der Art der Wachstumsbedingungen Coenobien oder *Dactylococcus*-Zustände auftreten. Abnorme Zellen werden durch Traubenzuckeragar hervorgerufen. Die große Variabilität der Formen, welche *Stichococcus bacillaris* unter verschiedenen Kulturverhältnissen zeigt, wurde von Matruchot und Molliard studiert. Über den Einfluß verschiedener Nährflüssigkeiten auf den Zellinhalt wurde bereits früher berichtet. Die brauchbaren mineralischen Nährmittel ergaben Chromatophorenformen, vollkommen verschieden von jenen, welche schlechte Ernährung verursachten. Ebenso verhielten sich die organischen Stoffe. Die Chromatophoren verkleinerten sich bis zu fast völligem Verschwinden, dagegen traten ölartige Tropfen auf. Die Konzentration der Lösungen hatte in erster Linie Einfluß auf die Wachstumsschnelligkeit;[1] es wurde schon von anderen Autoren nachgewiesen, daß die meisten niederen Algen ziemlich bedeutende Konzentrationsschwankungen ertragen, ohne zugrunde zu gehen. Die Formänderungen waren bei *Stichococcus bacillaris* bei $0 \cdot 03\,^0/_0$, $0 \cdot 3\,^0/_0$, $3\,^0/_0$ und $6\,^0/_0$ nicht sehr groß, die Tendenz zur Verkleinerung das Auffälligste. Für noch stärkere Konzentrationen hat Artari angegeben, daß die Zellen langgestreckt und schmal werden und oft kettenförmig vereinigt sind. Die schwächeren Lösungen zeigen kurze und relativ dicke Zellen. Die Vergrößerung in konzentrierteren

[1] Wenn Bakterien anwesend sind, kommt ihnen ebenfalls ein Einfluß zu, wohl auf Ernährungsänderungen beruhend.

Nährflüssigkeiten hat derselbe Autor für *Gloeocystis Naegelii* konstatiert; es tritt jedoch Schwund der Gallerthülle auf, die Zellen verkleben miteinander.

Nach Adjaroff verursacht das Fehlen von Na und Ca abnorme Zellbildung.

Stigeoclonium wurde von Livingstone genau studiert. Die Änderungen, welche auftreten, ruft nach ihm lediglich der verschiedene osmotische Druck hervor, nicht die chemische Beschaffenheit der Nährflüssigkeit. Hoher Druck verursacht die Änderung von zylindrischen Zellen in sphärische, niedriger das Umgekehrte. Im ersteren Falle treten auch unregelmäßige Zellen auf. Die *Palmella*-Form hat nach Yatsu dickere Zellwand, größere Pyrenoide und größere Chromatophoren.[1]

Sehr interessante Versuche verdanken wir Yasuda. Er stellte vergleichende Anpassungsuntersuchungen an mit *Euglena viridis*, *Chilomonas Paramaecium*, *Mallomonas Ploesslii*, *Colpidium colpoda* und *Paramaecium caudatum*. Er konnte feststellen, daß sich die Konzentrationswerte annähernd proportional den isotonischen Konzentrationen der Stoffe verhalten. Bei höherer Konzentration wurde beobachtet, daß die Vakuolen nach Größe und Zahl zunehmen, daß die Chromatophoren, respektive Amylumkörper verschmelzen, sich abrunden, uneben werden, schließlich tritt Bewegungs- und Vermehrungshemmung ein.

Euglena gracilis untersuchte Zumstein. Auch für diese Form konnte der große Einfluß der Ernährung und anderer äußerer Faktoren auf die morphologischen Verhältnisse festgestellt werden. Die schon an anderer Stelle besprochene Tatsache der Möglichkeit der Anpassung an autotrophe und heterotrophe Ernährung für die meisten niederen Algen wäre hier nur zu erwähnen, speziell sei auf das Vorkommen von physiologischen Rassen bei Algen, welche sowohl als Flechtengonidien als frei vorkommen, hingewiesen (siehe die Arbeiten von Beijerinck, Klebs, Artari).

---

[1] Techet fand ebenfalls bei *Chaetomorpha aerea*, daß bei höherer Konzentration sich die Zellmembranen verdicken und Schichtung derselben eintritt, während die Gestalt sich nicht sehr änderte. (Österr. bot. Zeitschr. *54*, 1904, p. 313).

Die vorliegenden Versuche mit *Gloeothece rupestris* ergaben eine sehr große Anpassungsfähigkeit an verschiedene Bedingungen. Die morphologischen Veränderungen sind so bedeutend, daß es begreiflich erscheinen würde, wenn man von einem Polymorphismus spräche. Es ist jedoch gerade durch eine so große Versuchsreihe die Bestätigung der Zusammengehörigkeit durch die Übergänge gegeben, welche unter bestimmten Bedingungen auftreten. Es soll hier nicht der Wert festgestellt werden, den ähnliche Untersuchungen wie die vorliegende für die Frage der Artbildung, Anpassung und ähnliche Fragen besitzen. Es liegen noch zu wenig Untersuchungen vor, um ein mit Beweisen zu belegendes Urteil abgeben zu können. Die meisten Schlüsse, welche aus ungenügendem Material gezogen werden, sind doch nur Ballast für die Erkenntnis, und diesen zu vermehren, soll vermieden werden. Es sind daher nur die Tatsachen aus den Versuchen mit den sich daraus direkt ergebenden Schlüssen festgelegt worden.

Wenn wir die auf den drei Tafeln gezeichneten Kulturresultate vergleichen, ersehen wir, daß wir Formen darunter finden, welche chroococcusartig, solche, welche gloeocapsaartig sind, daß ferner die Schizophyceenähnlichkeit unter bestimmten äußeren Verhältnissen fast ganz schwindet und dagegen Formen erscheinen, welche Pilzen aus der von Ludwig benannten Gruppe der Caenomyceten gleichen. Immer aber gelingt es, bei Eintritt von Bedingungen, welche für *Gloeothece rupestris* normale sind, wieder normale Formen zu ziehen.

Wie weit für andere Formen die hier gewonnenen Resultate Gültigkeit haben, müssen weitere Untersuchungen lehren. Jedenfalls wäre es für die Frage nach der Zusammengehörigkeit mancher Formen sehr erwünscht, wenn recht zahlreiche Untersuchungen gemacht würden.

15. Resultate der Versuche.

Die Versuche ergeben mit Sicherheit, daß die beiden Varietäten von *Gloeothece rupestris* durch äußere Einflüsse hervorgerufen werden. Die var. *cavernarum* ist durch die

Standortsverhältnisse (grottenähnliche, schwach erleuchtete Orte) in Verbindung mit saprophytischer Lebensweise hervorgerufen. Eine ganze Reihe von Versuchen mit organischer Nährflüssigkeit ergab ganz ähnliche Formen. Die var. *tepidariorum*, welche in Warmhäusern vorkommt, wurde durch Kultur bei höherer Temperatur erzielt. Es ist sowohl bei der frei lebenden als bei der künstlich erhaltenen Form die Vergrößerungstendenz bei Kultur in höherer Temperatur deutlich ausgesprochen.

Gloeothece rupestris wächst sowohl mit anorganischer als auch organischer Ernährung. Die Fähigkeit, im Dunkeln zu ergrünen, ist sowohl bei organischer als anorganischer Nahrung vorhanden.

Die komplette Molisch-Nährlösung ist gut verwertbar.

Kaliummangel wird am schwersten empfunden.

Der Eisenzusatz ergibt (auf Gips) lebhafter grüne Färbung.

Nitrate und Phosphate geben im Dunkel bessere Resultate als im Licht.

Auch die organischen Verbindungen, welche verwendet wurden, geben im Dunkel die besseren Resultate, mit Ausnahme des salpetersauren Harnstoffes.

Dextrose ist besser als Saccharose verwertbar.

Das Licht begünstigt im allgemeinen die Kulturen in anorganischen Nährflüssigkeiten gegenüber denjenigen in organischen (und in Nitraten und Phosphaten).

Die Größe der Zellen ist in 16 Versuchen im Licht, nur bei 6 Versuchen im Dunkel größer (Rest: gleiche Größe).

In 20 Fällen ist die Hüllgallerte oder Hüllmembran im Licht stärker entwickelt, in keinem Falle im Dunkel (23 gleich).

Die Wärme verursacht eine Verkleinerung der Familien bei Vergrößerung der Zellen. Gleichzeitig tritt eine Verstärkung und Verdunklung des Farbentones des Zellinhaltes ein.

Das feste Substrat (Gips) ist wachstumsfördernd. Die Kultur in Nährlösung begünstigt im allgemeinen die »Auflösung« der Verbände. Die Farbe des Zellinhaltes wird durch die Ernährung und durch das Licht beeinflußt.

Literatur.

Adjaroff Minko, Recherches expérimentales sur la physiologie de quelques Algues vertes. Inst. Bot. Univ. Genève, 6. sér., VII, 1905, 104 pp.

Artari A., Untersuchungen über die Entwicklung und Systematik einiger Protococcoideen. Bull. Soc. imp. natur. Moscou. 1892.

— Über die Entwicklung der grünen Algen unter Ausschluß der Bedingungen der Kohlensäureassimilation. Bull. Soc. imp. natur. Moscou. 1899, p. 39 bis 47.

— Zur Ernährungsphysiologie der grünen Algen. B. D. B. G., 1901, *19*, p. 7 bis 9.

— Zur Frage der physiologischen Rassen einiger grüner Algen. B. D. B. G., 1902, *20*, p. 172 bis 175.

— Über die Bildung des Chlorophylls durch grüne Algen. B. D. B. G., 1902, *20*, p. 201 bis 207.

— Zur Frage über die Wirkung des Mediums auf die Form und Entwicklung der Algen. (Russisch.) Zeitschr. der kaiserl. Moskauer Polytechn. Schule. Moskau 1903, 93 pp., 9 Photogr. (Ref. Bot. C. *95*, p. 476).

— Der Einfluß der Konzentrationen der Nährlösungen auf die Entwicklung einiger grüner Algen. I. Jahrb. wiss. Bot., *40*, 1904, p. 593 bis 613. 2 Fig.

Beijerinck M. W., Kulturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien und anderen niederen Algen. Bot. Ztg., 1890, 48. Bd., p. 725.

— Cultures sur gélatines d'algues vertes unicellulaires. Arch. néerl. sc. exact. et nat., 1891, *24*, p. 278 bis 294.

— Bericht über meine Kulturen niederer Algen auf Nährgelatine. Zentralbl. f. Bakt. und Paras., 1893, *13*, p. 368 bis 373.

— Notiz über *Pleurococcus vulgaris*. Zentralbl. f. Bakt. und Paras., Abt. II, 1898, p. 785 bis 787.

— Über oligonitrophile Mikroben. Zentralbl. f. Bakt., II, VII, 1901, p. 562.

Beijerinck M. W., *Chlorella variegata*, ein bunter Mikrobe. Rec. trav. bot. néerl., I, 1904, p. 14 bis 28.

Benecke W., Über Kulturbedingungen einiger Algen. Bot. Ztg., 1898, *56*, I, p..83 bis 96.

Bineau in:
Mém. Acad. science Lyon, III, p. 853.

Bittner Karolina, Über Chlorophyllbildung im Finstern bei Kryptogamen. Österr. bot. Zeitschr., 1905, *55*, p. 302 bis 312.

Bokorny Th., Über den Einfluß des Calciums und Magnesiums auf die Ausbildung der Zellorgane. Bot. Zentralbl., 1895, *62*. p. 1 bis 4.

— Einige Versuche über die Stickstoffernährung grüner Pflanzen. Chemikerzeitg., 1896, p. 53.

— Vergleichende Studien über die Giftwirkung verschiedener chemischer Substanzen bei Algen und Infusorien. Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol., 1896, *64*, p. 262 bis 305.

— Über die organische Ernährung grüner Pflanzen und ihre Bedeutung in der Natur. Biol. Zentralbl., 1897, *17*, p. 1 bis 20, 33 bis 48.

— Die Grenze der wirksamen Verdünnung bei Algen und Pilzen. Biol. Zentralbl., 1897, *17*, p. 417 bis 426.

Bouilhac R., Influence de l'acide arsénique sur la végétation des algues. C. r. Paris, 1894.

— Sur la fixation de l'azote atmosphérique par l'association des algues et des bactéries. C. r. Paris, 1896, *123*, p. 828 bis 830.

— Sur la culture du Nostoc punctiforme en présence du glucose. C. r. Paris, 1897, *125*, p. 880 bis 882.

— Sur la végétation d'une plante verte, le Nostoc punctiforme, à l'obscurité absolue. C. r. Paris, 1898, *128*, p. 1583 bis 1586.

— Recherches sur la végétation de quelques algues d'eau douce. Thèse, Paris 1898. (Ref. Bot. Zentralbl., *84*, p. 116.)

— Influence du méthylal sur la végétation de quelques algues d'eau douce. C. r. Paris, 1901, *133*, p. 751 bis 753.

Bouilhac R., Sur la végétation du Nostoc pruniforme en présence de differents hydrates de carbone. C. r. Paris, 1901, *133*, p. 55 bis 57.

— Influence de l'aldéhyde formique sur la végétation de quelques algues d'eau douce. C. r. Paris, 1902, *135*, p. 1369 bis 1371.

— et Giustiniani, Sur une culture de sarrasin en présence d'une mélange d'algues et de bactéries. C. r. Paris, 1903, *137*, p. 1274 bis 1276.

— — Sur des cultures de diverses plantes supérieures en présence d'une mélange d'algues et de bactéries. C. r. Paris, 1904, *138*, p. 293 bis 296.

Cavara F., Resistenza fisiologica del Microcoleus chtonoplastes Thur. a soluzioni anisotoniche. N. G. B. It., 1902, *9*, p. 59 bis 80, t. II.

Charpentier P. G., Sur l'assimilation du carbone par une algue verte. C. r. Paris, 1902, *134*, p. 671 bis 673.

— Alimentation azotée d'une algue, le »Cystococcus humicola«. Ann. Institut Pasteur, 1903, *17*, p. 321 bis 334.

— Recherches sur la physiologie d'une algue verte. Ann. Institut Pasteur, 1903, *17*, p. 369 bis 420.

Chick H., A study of a unicellular green alga, occuring in polluted water, wich especial reference to its nitrogenous metabolism. Proc. R. Soc. London, 1903, *71*, p. 458 bis 476, Pl. 8.

Chodat R., On the polymorphism of the green algae. Ann. of Bot. 1897, *11*, p. 97—121.

— et M. Goldflus, Note sur la culture des Cyanophycées et sur le développement d'Oscillatoriées coccogènes. Bull. Herbier Boiss. 1897, V, p. 953 bis 959, pl. 24.

— et J. Grintzesco, Sur les methodes de culture pure des algues vertes. C. r. Congrès internat. bot. de 1900. Lons-le-Saunier, 1900, p. 157 bis 162.

Comère Joseph, De l'influence de la composition chimique du milieu sur la végétation des quelques algues chlorophycées. Bull. Soc. bot. France, 1905, *52*, p. 226 bis 241.

Correns C., Über Dickenwachstum durch Intussusception bei einigen Algenmembranen. Flora, 1889, *47*, p. 289 bis 347, Taf. XV.

Dangeard P. A., L'influence du mode de nutrition dans l'évolution de la plante. Le Botaniste, 6. sér., 1898, p. 1 bis 63.

Etard A. et R. Bouilhac, Sur la présence de la chlorophylle dans un Nostoc cultivé à l'abri de la lumière. C. r. Paris, 1898, *127*, p. 119 bis 121.

Ewart A. J., The action of cold and of sunlight upon aquatic plants. Ann. of Bot., 1898, XII, p. 363 bis 397.

Famintzin A., Wirkung des Lichtes auf Algen und einige andere ihnen nahe verwandte Organismen. Pringsh. Jahrb., 1867, *6*, p. 1 bis 44.

— Die Wirkung des Lichtes auf *Spirogyra.* Mél. biol. bull. acad. St. Pétersbourg, 1867, *6*, p. 277.

— Die anorganischen Salze als Hilfsmittel zum Studium niederer Organismen. Mél. biol. bull. acad. St. Pétersbourg, 1871, *8*, p. 226 bis 281.

Fischer H., Über Symbiose von *Azotobacter* mit Oscillarien. Zentralbl. f. Bakt. etc., 1904, II, XII, p. 267 bis 268.

Frank A., Über die stickstoffbindenden Algen des Ackerbodens. Tagebl. 61. Vers. deutsch. Naturf. und Ärzte, Köln, 1888, p. 43.

Frank A. B., Über den experimentellen Nachweis der Assimilation freien Stickstoffs durch erdbewohnende Algen. B. D. B. G., 1889, *7*, p. 34 bis 42.

Frank B., Die Assimilation des freien Stickstoffs durch die Pflanzenwelt. Bot. Ztg. 1893, p. 139 bis 156.

Frank Theodor, Kultur und chemische Reizerscheinungen der *Chlamydomonas tingens.* Bot. Ztg., 1904, *62*, I, p. 153 bis 188, Taf. VI.

Gaidukov N., Zur Morphologie und Physiologie der Alge *Porphyridium cruentum* Naeg. Arb. Petersb. Naturf. Ges., 1899, XXX, russisch, p. 173 bis 180; deutsch p. 205 bis 207.

Grintzesco J., Contribution à l'étude des Protococcacées. Chlorella vulgaris Beijerinck. Rev. génér. de bot., 1903, *15*, p. 1 bis 19, 67 bis 82, 17 Fig.

Grintzesco J., Recherches expérimentales sur la morphologie et la physiologie de Scenedesmus acutus Megen. Bull. Herb. Boiss., 2. sér., *2*, p. 217 bis 288, pl. I bis V.

Hansgirg A., Noch einmal über *Bacillus muralis* Tom. und über neue Formen von Grotten-Schizophyten. Bot. Zentralbl., 1889, *37*, p. 33 bis 39.

— Physiologische und phycophytologische Untersuchungen. Prag, 1893.

Hedlund P., Om polymorphismen hos aërobiotiska Klorophyceer. Öfv. Kgl. Vetensk. Akad. Förh. 1899, *56*, p. 509 bis 535. Ref. Bot. Zentralbl., 81. Bd.

Herouard E., Cultures de Chlorella vulgaris. Bull. Soc. Zool. France, 1904, XXIX, p. 110 bis 114.

Jumelle H., Recherches physiologiques sur les lichens. Rev. géner. de Bot., 1892, IV, p. 49.

Klebs G., Über Probleme der Entwicklung. Biol. Zentralbl., 1904, *24* (3. Absch.).

Knörrich F. W., Studien über die Ernährungsbedingungen einiger für die Fischproduktion wichtiger Mikroorganismen des Süßwassers. Forschungsber. Plön, 1901, *8*, p. 1 bis 52.

Koch A. und P. Kossowitsch, Über die Assimilation von freiem Stickstoff durch Algen. Bot. Ztg., 1893, *51*, II, p. 321 bis 325.

Kossowitsch P., Untersuchungen über die Frage, ob die Algen freien Stickstoff fixieren. Bot. Ztg., 1894, *52*, I, p. 97 bis 116.

Krüger W., Über einige aus Saftflüssen rein gezüchtete Algen. Zopf's Beitr. z. Morph. und Phys. d. nied. Org., 4. Heft, 1894.

— und W. Schneidewind, Sind niedere, chlorophyllgrüne Algen imstande, den freien Stickstoff der Atmosphäre zu assimilieren und den Boden an Stickstoff zu bereichern? Landwirtsch. Jahrb., 1900, *29*, p. 771 bis 804, Taf. XVIII bis XX.

Lemaire Ad., Recherches microchimiques sur la gaine de quelques Schizophycees. J. de bot., 1901, *15*, p. 125.

Livingstone B. E., On the nature of the stimulus which causes the change of form in polymorphic green Algae. Bot. Gaz., 1900, *30,* p. 289 bis 317, pl. 17 bis 18.

— Further notes on the physiology of polymorphism in green algae. Bot. Gaz. 1901, *32*, p. 292 bis 302.

— Notes on the physiology of Stigeoclonium. Bot. Gaz., 1905, *39*, p. 297 bis 300, 3 Fig.

— Physiological properties of Bog water. Bot. Gaz., 1905, *39,* p. 348 bis 355.

— Chemical stimulation of a green alga. Bull. Torr. Bot. Cl., 1905, *32*, p. 1 bis 34, 17 Fig.

Loew O., Über das Verhalten niederer Pilze gegen verschiedene anorganische Stickstoffverbindungen. Biol. Zentralbl., 1890, *10*, p. 377 bis 391.

— Über die physiologischen Funktionen der Phosphorsäure. Biol. Zentralbl., XI.

— Über die physiologischen Funktionen der Calcium- und Magnesiumsalze im Pflanzenorganismus. Flora, 1892, *75*, p. 368 bis 394.

— und Th. Bokorny, Chemisch-physiologische Studien über Algen. Journ. f. prakt. Chemie, N. F., 1887, *36*, p. 272 bis 291.

Ludwig F., Zur Amphitropie der Algen. Forschungsber. Plön, 1899, *7*, p. 75 bis 77.

Lutz L., Recherches sur la nutrition des Thallophytes à l'aide des amides. Bull. soc. bot. France, 1902, *48*, p. 325 bis 334.

Matruchot L. et M. Molliard, Variations de structure d'une algue verte, Stichococcus bacillaris Naeg., sous l'influence de milieu. C. r. Paris, 1900, *131*, p. 1248 bis 1252.

— — Variations de structure d'une algue verte sous l'influence du milieu nutritif. Rev. génér. bot., 1902, XIV, p. 193 bis 210, 254 bis 268, 316 bis 332, pl. 7 bis 9.

Pampaloni L., Sopra un singulare modo di comportarsi di un algo allorchi venga coltivata in determinate sostanze nutritizie. N. G. bot. ital., 1903, X, p. 602 bis 604.

Pampaloni L., Sul comportamento del Protococcus caldariorum. Mgn. in varie soluzioni minerali ed organiche. Ann. di Bot., 1905, II, p. 231 bis 250, 1 Tav.

Prantl K., Die Assimilation freien Stickstoffs und der Parasitismus von Nostoc. Hedwigia, 1889, *28*, p. 135 bis 136.

Radais, Sur la culture pure d'une algue verte; formation de chlorophylle à l'obscurité. C. r. Paris, 1900, *130*, p. 793 bis 796.

Richter A., Über die Anpassung der Süßwasseralgen an Kochsalzlösungen. Flora, 1892, p. 4 bis 56, Taf. I bis II.

Richter P., Über Anpassungserscheinungen bei Algen. Sitzber. Naturf. Ges. Leipzig, 1890, *15*, *16*, p. 88.

Schloesing Th., fils, et Em. Laurent, Sur la fixation de l'azote libre par les plantes. C. r. Paris, 1892, *115*, p. 732.

Schröder B., Über den Schleim und seine biologische Bedeutung. Biol. Zentralbl., 1903, *23*, p. 457 bis 467.

Treboux O., Zur Stickstoffernährung der grünen Pflanze. B. D. B. G., 1904, *22*, p. 570 bis 572.

— Organische Säuren als Kohlenstoffquelle bei Algen. B. D. B, G. 1905, *23*, p. 432 bis 441.

Ward H. Marshall, Some methods for use in the culture of algae. Ann. of bot., 1899, XIII, p. 563 bis 566, pl. XXVIII.

West G. S., Remarks on Gloeocapsa. Trans. Edinburgh Field and Microsc. Soc. Vol. V, Part II, 1904, p. 130 bis 133, pl. XV.

Wyplel M., Über den Einfluß einiger Chloride, Fluoride und Bromide auf Algen. 25. Jahresber. des n. ö. Landesrealgymn. Waidhofen a. d. Thaya.

Yasuda A., On the accomodation of some Infusoria to the solutions of certain substances in various concentrations (Preliminary note). Bot. Magazine, Tokyo, 1897, XI, p. 19 bis 24.

— Über die Anpassungsfähigkeit einiger Infusorien in konzentrierten Lösungen. Bot. Zentralbl., 1899, Bd. 80, p. 169.

Yatsu Nashidé, Cytological differences between the Palmella and filamentous forms of Stigeoclonium. Torreya, 1905, *5*, p. 100 bis 104, 1 Fig.

Zumstein Hans, Zur Morphologie und Physiologie der *Euglena gracilis* Klebs. Jahrb. wiss. Bot., 1900, *34*, p. 149 bis 198, Taf. VI.

Erklärung der Abbildungen.

Abkürzungen: L. = Lichtkultur,
D. = Dunkelkultur,
F. = Kultur in Nährflüssigkeit,
G. = Kultur auf Gipsplatte,
A. = Agarkultur.

Alle Figuren sind bei der gleichen Vergrößerung gezeichnet: Objektiv VIII, Okular II (Merker).

Tafel I.

Fig. 1. Chlormagnesium, G., D.
» 2. Kalkfrei nach Oehlmann, G., D.
» 3. Molisch+Chlormagnesium, G., D.
» 4. Calciumnitrat, G., D.
» 5. Ammoniumnitrat, F., D.
» 6. Ammoniumbiphosphat, G., D.
» 7. Stickstofffrei, F., L.
» 8. Tyrosin+Saccharose, F., D.
» 9. Molisch bei 25° C., G., L.
» 10. Leitungswasser, F., L.
» 11. Magnesiumfrei, F., D.
» 12. $^1/_2{}^0/_0$ Molisch, G., D.
» 13. Eisenfrei, F., L.
» 14. $^1/_2{}^0/_0$ Molisch, G., L.
» 15. Molisch, A., L.
» 16. Molisch+Chlormagnesium, G., L.
» 17. Saccharose, A., D.
» 18. Schwefelfrei, F., L.
» 19. Molisch+Eisenalaun, G., L.
» 20. Tyrosin, F., L.
» 21. Dextrose, A., D.
» 22. Methylal, F., L.
» 23. Molisch bei 30° C., G., L.
» 24. Chlormagnesium, G., L.
» 25. Molisch+Eisenchlorid, G., L.

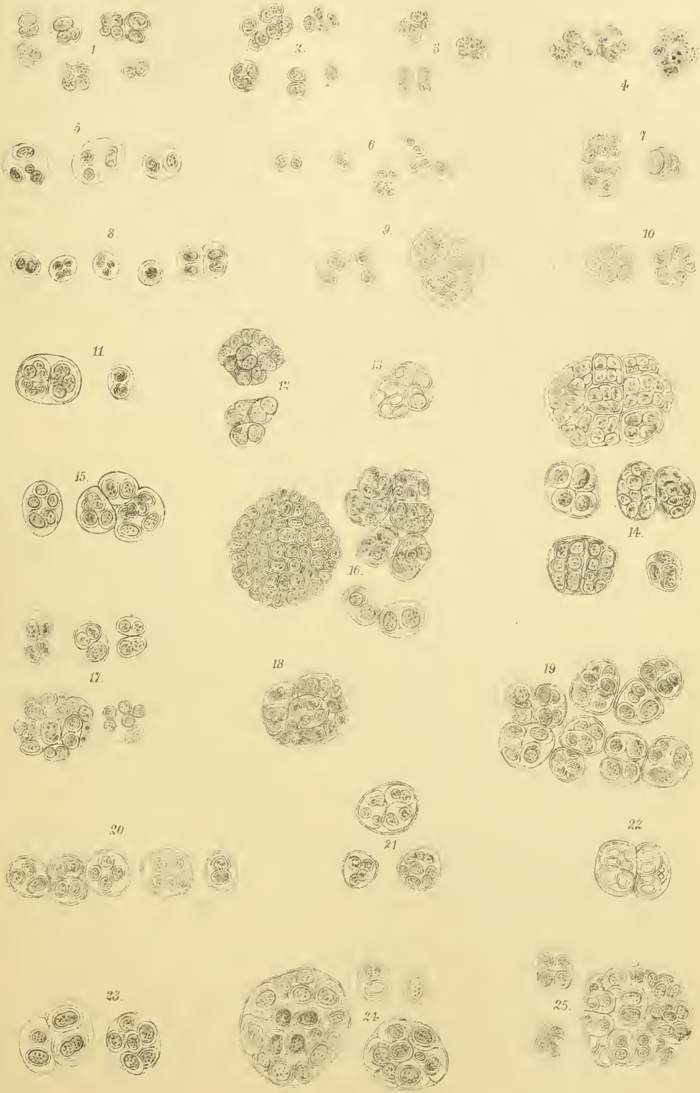
Tafel II.

Fig. 26. Harnstoff, F., L.
» 27. Natriumnitrat, F., D.
» 28. Molisch+Ammoniumnitrat, F., D.
» 29. Kalkfrei nach Oehlmann, G., L.
» 30. Molisch+Eisenalaun, F., D.
» 31. » » F., L.
» 32. Leitungswasser, F., L.
» 33. Magnesiumnitrat, F., L.
» 34. Kalkfrei nach Oehlmann, F., L.
» 35. Calciumnitrat, G., L.
» 36. Dextrose, A., L.
» 37. Asparaginsäure+Saccharose, F., L.
» 38. Ammoniumbiphosphat, G., L.
» 39. Tyrosin+Dextrose, F., D.
» 40. Calciumnitrat, F., L.
» 41. Kalkfrei nach Oehlmann, F., D.
» 42. Calciumnitrat, F., D.
» 43. Chlormagnesium, F., D.
» 44. Molisch+Chlormagnesium, F., D.
» 45. Ammoniumbiphosphat, F., D.
» 46. $1^0/_0$ Molisch, F., D.
» 47. Ammoniumnitrat+Schwefelammonium, A., D.

Tafel III.

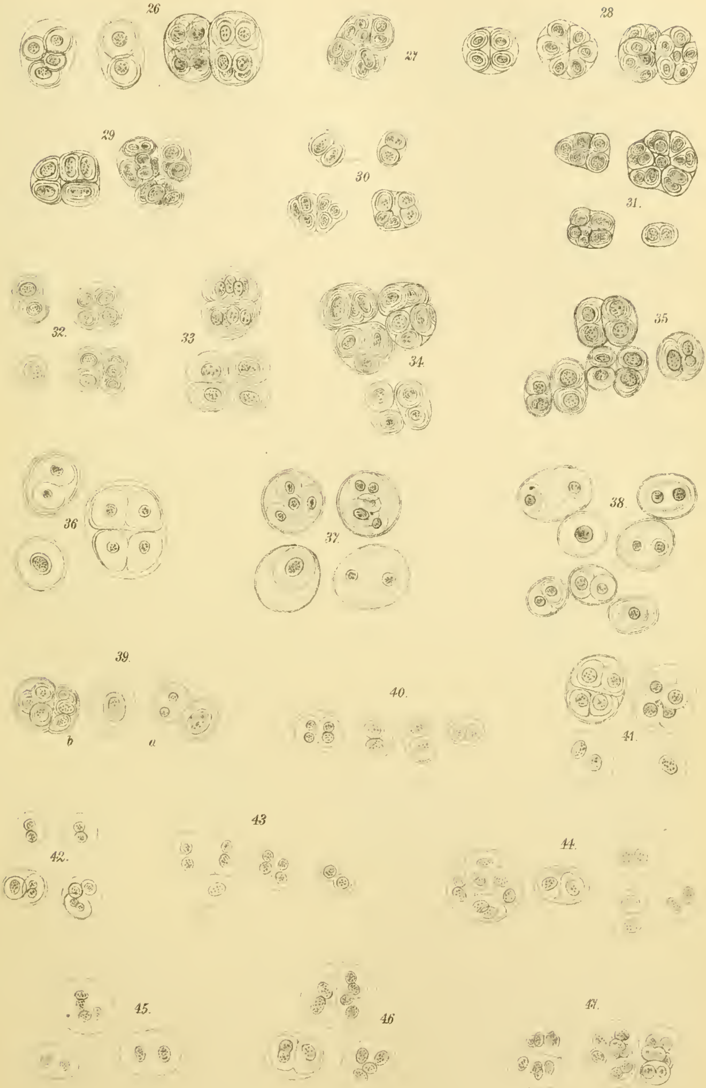
Fig. 48. Kaliumnitrat, F., L.
» 49. Ammoniumnitrat+Schwefelammonium, A., L.
» 50. Kaliumnitrat, F., D.
» 51. Ammoniummagnesiumphosphat, a = F., D., b = F., L.
» 52. Kaliumfrei, F., L.
» 53. Salpetersaurer Harnstoff, F., L.
» 54. Molisch, Glashauskultur, G., L.
» 55. Molisch+Chlormagnesium, F., L.
» 56. Ammoniumnatriumphosphat, F., D.
» 57. Harnstoff+Dextrose, F., L.
» 58. $1^0/_0$ Molisch, F., L.
» 59. Ammoniumbiphosphat, F., L.
» 60. Asparagin+Dextrose, F., L.
» 61. Magnesiumfrei, F., L.
» 62. Chlormagnesium, F., L.
» 63. Pepton, A., D.

Fig. 64. Ammoniumnitrat, A., D.
» 65. Molisch+Eisenalaun, G., D.
» 66. Molisch+Eisenchlorid, G., D.
» 67. Pepton, A., L.
» 68. Saccharose, A., L.
» 69. Ammoniumnitrat, A., L.

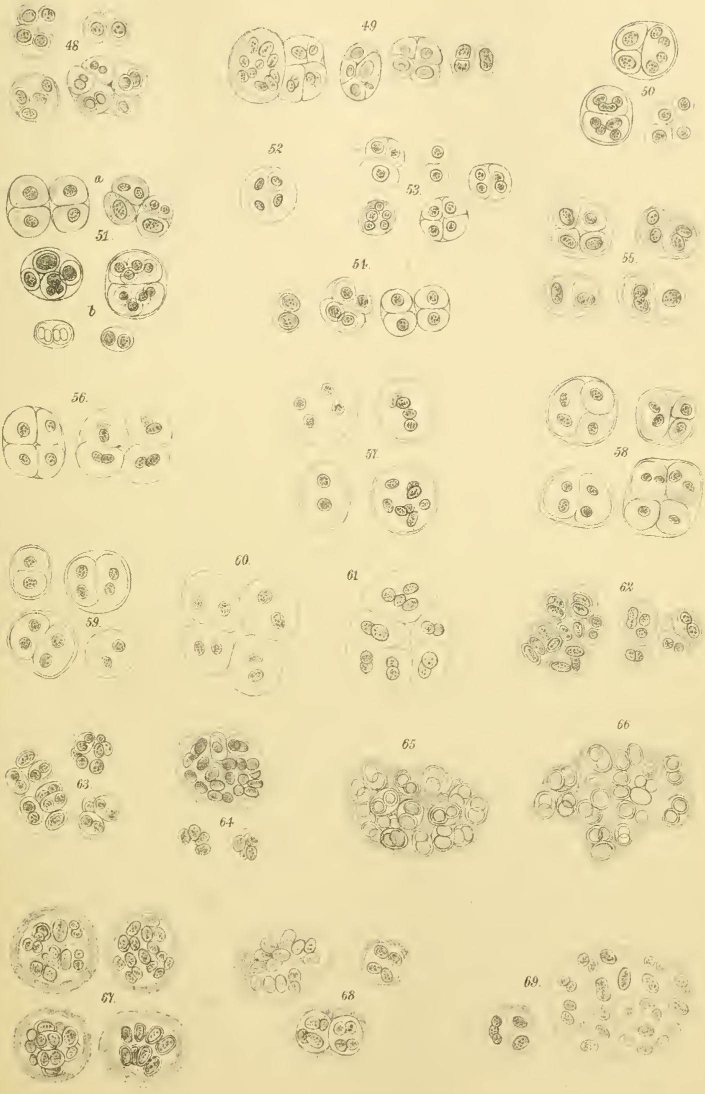


Autor del.

Lith.Anst.v.Th.Bannwarth,Wien.



Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



Autor del. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.